

TRABAJO FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Mecánica

DISEÑO DE UNA EMBARCACIÓN DE RECREO TIPO GOZZO



Memoria y Anexos

Autor:	Jorge Díaz Fontenla
Director:	Gemma Fargas Ribas
Co-Director:	Jose Felix Donatiu Cuello
Convocatoria:	Junio 2018

Resumen

En este documento se recoge el trabajo realizado para el diseño estético y funcional de una embarcación de recreo tipo gozzo. Se ha hecho para la empresa Metropol Náuticas, empresa que se dedica a la comercialización de este tipo de barcos. La embarcación se fabricará en un astillero en Italia.

Este trabajo surge de la necesidad de introducir un barco de características específicas en el mercado, y el objetivo principal es realizar un diseño atractivo, que encaje con la línea del producto y las necesidades del mercado. Cumplir estos objetivos permitiría darle continuidad al proyecto para su posterior fabricación y comercialización

Para el desarrollo del proyecto se han utilizado los programas de modelaje 3D OnShape y SolidWorks, de los cuales el último se aprende en dos de los cursos impartidos en el grado de Ingeniería Mecánica. Primero, se ha definido la finalidad del barco, el cliente objetivo y el equipamiento básico con el que debería contar. Posteriormente, utilizando los programas antes mencionados se ha dibujado la embarcación siguiendo criterios de proporcionalidad y coherencia.

Los resultados obtenidos, fuera de saber si cumplen requisitos técnicos de navegabilidad, cumplen con las expectativas buscadas, al ser un diseño innovador y con bastante carga estética.

Abstract

This document contains the work carried out for the aesthetic and functional design of a gozzo recreational boat. It has been made for the company Metropol Náuticas, company that is dedicated to the commercialization of this type of boats. The boat Will be manufactured in a shipyard in Italy.

This work arises from de need to introduce a boat with specific characteristics in the market, and the main objective is to make an attractive design that fits with the product line and market needs. Fulfilling these objectives would allow continuity to the project for its subsequent manufacture and commercialization.

For the development of the project the 3D modeling programs OnShape and SolidWorks have been used, of which SolidWorks is learned in two of the courses taught in the Mechanical Engineering degree. First, the purpose of the ship, the target customer and the basic equipment have been defined. Subsequently, using the aforementioned programs, the vessel has been drawn according to criteria of proportionality and coherence.

The results obtained, apart from knowing if they meet technical requirements of navigability, meet the expectations sought, being an innovating design and with a lot of aesthetic load.



Glosario

Embarcación de recreo: Independientemente de del medio de propulsión, aquellas que tengan una eslora de casco comprendida entre 2.5 y 24 metros, proyectadas y destinadas para fines recreativos y deportivos, y que no transporten a más de 12 pasajeros.

Nombres y partes de las embarcaciones

Proa: Parte delantera de la embarcación teniendo en cuenta el sentido normal de la marcha

Popa: Parte posterior de la embarcación teniendo en cuenta el sentido normal de la marcha

Línea de crujía: Línea imaginaria que va de popa a proa y que divide la embarcación en dos partes simétricas

Estribor: Lado derecho de la embarcación mirando de popa a proa

Babor: Lado izquierdo de la embarcación mirando de popa a proa

Línea de flotación: Intersección de la superficie del agua con el costado del buque

Obra viva: Parte del casco sumergida bajo el agua

Obra muerta: Parte del casco que está fuera del agua

Costado: Cada uno de los dos lados del casco de una embarcación

Amuras: Partes delanteras del costado

Través: Parte central del costado

Aletas: Partes traseras del costado

Cubierta: Cada uno de los pisos de un navío situados a diferente altura y especialmente el superior

Bañera: Recinto descubierto donde se acomodan los tripulantes

Plataforma de baño: Elemento situado más allá de la popa que sirve como punto de acceso al interior de la embarcación o como lugar desde el que bañarse

Cabina: Recinto donde se acomoda el timonel

Camarote: Cada uno de los compartimentos de dimensiones reducidas que hay en las embarcaciones para poner camas

Bodega: Espacio interior de las embarcaciones desde la cubierta inferior hasta la quilla

Plan: Parte inferior y más ancha del fondo de una embarcación en la bodega

Sentina: Cavidad inferior de la embarcación, que está sobre la quilla y en la que se reúnen las aguas que se filtran, de donde son expulsadas por las bombas

Escotilla: Cada una de las aberturas que hay en las diversas cubiertas para el servicio de la embarcación

Caja de cadena: Recinto cerrado en el que se almacena la cadena de una embarcación

Dimensiones de las embarcaciones

Eslora: Longitud que tiene una embarcación desde el codaste a la roda

Manga: Anchura mayor de una embarcación

Puntal: Altura mayor del casco de una embarcación

Calado: Profundidad que alcanza en el agua la parte sumergida de una embarcación

Estructura de las embarcaciones

Casco: Cuerpo de la embarcación

Quilla: Pieza de madera o hierro, que va de popa a proa en la parte inferior de una embarcación

Roda: Pieza gruesa y curva, de madera o hierro, que forma la proa de la embarcación. Continuación de la quilla por la proa

Codaste: Madero grueso puesto verticalmente sobre el extremo de la quilla inmediato a la popa.

Borda: Canto superior del costado de una embarcación

Mamparo: Tabique de tablas o planchas de hierro con el que se divide en compartimentos el interior de una embarcación

Otros términos relacionados con las embarcaciones

Astillero: Establecimiento donde se construyen o reparan embarcaciones

Pantalán: Muelle o embarcadero para barcos de poco tonelaje

Fondear: Asegurarse al suelo marino por medio de anclas o de grandes pesos que descansen en él

Bitá: Cada uno de los postes de madera o hierro que sirven para dar vuelta a los cables o cadenas del ancla cuando se fondea

Cornamusa: Pieza de madera o metal que sirve para amarrar los cabos

Guiacabos: Piezas de madera o metal que sirve para llevar los cabos en una dirección buscada. Su finalidad es evitar el roce de los cabos con superficies deteriorables

Molinete: Especie de torno dispuesto horizontal o verticalmente que sirve para subir o bajar el ancla cuando se fondea

Vocabulario SolidWorks

Croquis: Conjunto de líneas y formas dibujadas en un plano

Recubrir: Técnica empleada para dibujar volúmenes complejos. Crea volúmenes a partir de la unión del perímetro de diferentes croquis dibujados en diferentes planos

Las definiciones expuestas en este apartado provienen de los diccionarios de la Real Academia Española y de la Real Academia de Ingeniería

Agradecimientos

El trabajo presentado en este documento ha sido posible, principalmente, gracias a la colaboración de los trabajadores de la empresa Metropol Náuticas, quienes han dedicado su tiempo y conocimiento en ayudarme a desarrollar el proyecto.

Quiero destacar también la ayuda proporcionada por la Universidad Politécnica de Cataluña, quienes han puesto a mi disposición todos sus recursos disponibles. Además, agradecer especialmente a mi tutora la Dra. Gemma Fargas, quien me ha guiado en la elaboración del documento.





Índice

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
GLOSARIO	IV
AGRADECIMIENTOS	VII
1. PREFACIO	11
1.1. Origen del trabajo	11
1.2. Motivaciones.....	11
1.3. Objetivos del trabajo.....	12
1.4. Alcance del trabajo	12
2. INTRODUCCIÓN	14
2.1. La industria naval	14
2.1.1. Historia.....	14
2.1.2. Clasificación de las embarcaciones según su finalidad	15
2.2. Marco normativo	16
2.2.1. Real Decreto	16
2.2.2. Declaración UE de conformidad y marcado CE	17
2.3. Embarcaciones tipo ‘gozzo’	18
2.4. Metropol Náuticas	18
2.4.1. Gozzo Positano 28	20
3. METODOLOGÍA: DISEÑO DE LA EMBARCACIÓN	21
3.1. Consideraciones previas al modelaje 3D	21
3.1.1. Equipamiento	21
3.1.2. Reparto de espacios	26
3.2. Modelaje 3D	27
3.2.1. Diseño exterior	28
3.2.2. Diseño interior	42
3.2.3. Bodega	48
4. ANÁLISIS DEL DISEÑO PROPUESTO	51
4.1. Casco	51
4.2. Popa.....	51

4.3. Cabina	52
4.4. Proa	53
4.5. Zona interior	54
5. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	56
5.1. Gases nocivos.....	56
5.2. Contaminación acústica y vida marina.....	59
5.3. Averías, reparaciones y mantenimiento	59
CONCLUSIONES	61
PRESUPUESTO Y/O ANÁLISIS ECONÓMICO	63
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXO A: PLANOS DEL DISEÑO PROPUESTO	67

1. Prefacio

En este documento se recoge el trabajo realizado durante los últimos meses en el diseño de una embarcación de recreo tipo “Gozzo” de 28 pies, concretamente la Gozzo Positano 28, comercializada por la empresa Metropol Náuticas.

1.1. Origen del trabajo

Para finalizar el grado de ingeniería mecánica en la Universidad Politécnica de Cataluña es necesario realizar un proyecto de ingeniería que recoja, preferiblemente, aptitudes y conocimientos aprendidos en los estudios específicos de grado. El proyecto o Trabajo Final de Grado (TFG) se convalidará por 24 ECTS y puede realizarse a través de la universidad o, como en mi caso particular, en colaboración con una empresa. Una vez finalizado el proyecto y tras su evaluación positiva por parte del jurado que lo evalúe, finalizan los estudios de grado y se entrega el diploma que acredita al alumno como nuevo ingeniero.

El proyecto expuesto a continuación ha sido realizado para la empresa Metropol Náuticas. El primer contacto establecido con la empresa fue a finales del año pasado, pero no fue hasta principios de enero que se empezó a trabajar y desarrollar el proyecto. Este proyecto surge de la necesidad de diseñar un nuevo producto para su comercialización y de los conocimientos adquiridos en la universidad que me permiten realizar un trabajo competente a la altura de los requerimientos de la empresa.

1.2. Motivaciones

Antes de que surgiera este proyecto y tras haber tenido la suerte de trabajar de prácticas durante un año, tenía las ganas de acabar mi formación universitaria con un proyecto hecho por mí mismo, dentro de un ambiente profesional, en un sector que me interesase en el que pudiera aportar ideas y conocimientos y, sobre todo, del que pudiera aprender.

La realización de este trabajo junta de la mejor forma posible todos los aspectos mencionados anteriormente:

- Está hecho para una **empresa** que, al no ser una gran multinacional, el trabajo realizado tiene una mayor responsabilidad y repercusión.

- **La náutica** y la **vida marítima** son temas muy presentes y recurrentes en mi vida. Ya desde muy pequeño he tenido la suerte de poder salir a navegar con mucha frecuencia y de criarme en un pueblo pesquero de Galicia.
- El desarrollo principal de este proyecto, que explicaremos con más detalle posteriormente, es de **modelaje 3D** a través del programa SolidWorks. Es un programa que lo encuentro realmente útil e interesante y que ya estudiamos en la universidad en dos cursos diferentes. Además, con este proyecto, busco aprender y mejorar mis habilidades de diseño 3D a medida que realice el trabajo.
- Por último, pensar que esta dedicación puede verse reflejada en un futuro en **un producto tangible** como puede ser un barco de verdad, supone una motivación extra que me hace entregarme aún más en el desarrollo del proyecto.

1.3. Objetivos del trabajo

El trabajo surge de la necesidad de la empresa de diseñar un nuevo producto para su comercialización, por lo que se puede establecer que el objetivo principal es realizar un diseño bonito, atractivo y que encaje con la filosofía de producto de la empresa y con las necesidades del mercado. Realizar un buen trabajo, podrá hacer que la empresa le dé continuidad al proyecto y plantee, no a muy largo plazo, la fabricación y comercialización de la embarcación.

Además de satisfacer las necesidades de la empresa, otro de los objetivos planteados para este proyecto es el de aprender, sobre todo, a gestionar y administrar las tareas y pasos a seguir. Con esto busco agilizar y facilitar el desarrollo del proyecto, que requiere una gran carga trabajo autónomo y es considerablemente largo.

1.4. Alcance del trabajo

El proceso completo que se sigue para fabricar y comercializar un elemento tan complejo como el de un barco o un coche, requiere mucho tiempo y varios equipos de trabajo para conseguirlo.

Para poder ubicar el trabajo expuesto en este documento con respecto a todo el proceso de fabricación y comercialización de un barco, desde el día que se aprueba la necesidad del producto hasta su venta, es necesario dividir este procedimiento en diferentes fases. A grandes rasgos, se puede decir que todo el proyecto, se divide en 7 fases:

- **Decisiones estratégicas sobre el producto.** Antes de comenzar con el diseño deben considerarse varios aspectos estratégicos como puede ser la evolución de la competencia y del mercado en el que te quieres posicionar con el producto.
- **Un primer diseño del producto,** en el que se vean reflejadas las necesidades del mercado (entendiendo por esto, como el equipamiento y funcionalidad que quiere el cliente que tenga el producto, en este caso la embarcación), el concepto de producto decidido en fase anterior y en el que se respete, en la medida de lo posible, los aspectos técnicos y legales que harán el producto funcione y se pueda comercializar.
- **Un diseño más detallado,** en el que se asegure la viabilidad técnica y legal de todos los elementos que componen el producto.
- **Fabricación de un primer prototipo,** que corrobore que el producto diseñado en la fase anterior es capaz de funcionar correctamente.
- **Control de calidad y aprobación** del producto y de los estándares de producción por parte de la entidad que corresponda.
- **Fabricación y ensamblaje** del barco y de todas sus piezas.
- **Comercialización** de la embarcación.

Teniendo en cuenta la división anterior, este trabajo corresponde a la fase de primer diseño del producto, en el que se tomarán decisiones en cuanto al diseño estético y en las funcionalidades de la embarcación.

A lo largo del trabajo, se expondrán y se discutirán una por una las decisiones tomadas que han influido en el diseño final de la embarcación.

2. Introducció

2.1. La industria naval

La industria naval o construcción naval hace referencia al diseño, fabricación, mantenimiento y desarrollo de barcos u otras embarcaciones flotantes pequeñas y de gran tamaño. Normalmente la fabricación de estas embarcaciones se realiza en astilleros.

2.1.1. Historia

Los inicios de la industria naval se remontan cientos de siglos en la historia, y aunque no se pueda saber con exactitud cuándo la especie humana dio sus primeros pasos hacia la navegación marítima, según sugieren estudios recientes, el Homo Erectus ya se transportaba a través del mar aproximadamente en el año 200.000 AC. Posteriormente, sería el Homo Sapiens Sapiens el que en torno al año 30.000 AC cruzaría el estrecho de Bering desde Asia hasta Norteamérica. Las embarcaciones utilizadas en esta época eran aún muy rudimentarias y básicas, utilizadas principalmente para el transporte de personas.

Más adelante en la Historia, y poco antes de la creación del Antiguo Egipto (5.000 AC), se comienzan a construir nuevas embarcaciones más grandes y complejas que no solo se usarán para el transporte de personas, sino que también se empleará para el comercio y las guerras. Excavaciones recientes a orillas del río Nilo, datan estas embarcaciones de una antigüedad de aproximadamente 11.000 años, siendo las más antiguas que se conozcan hasta el momento. A su vez, impulsados por la supervivencia, también comienzan a construir embarcaciones diseñadas para pescar en mar abierto.

No es hasta la era del Antiguo Egipto, en la que los propios egipcios, pioneros en la ‘industria naval’, son capaces de inventar por primera vez en la Historia las embarcaciones propulsadas por una vela, utilizándolas para navegar por el Nilo y posteriormente por el Mediterráneo. Tras su invención, la evolución del barco de vela ha sido constante y ha ido de la mano con el desarrollo de las civilizaciones de cada época. Ha jugado un papel clave en su desarrollo y ha estado presente en los mayores acontecimientos históricos desde la misma época del Antiguo Egipto hasta el siglo XIX. Ha sido protagonista en el desarrollo social y económico, con acontecimientos como el descubrimiento de América en el año 1492, y sin embargo, también lo ha sido en los acontecimientos más trágicos, como las infinitas guerras libradas en mar abierto, desde la Batalla del Delta del río Nilo entre los años 1178 AC y 1175 AC, hasta la Guerra anglo-española (1804 – 1809).

A mediados del siglo XVIII surge la Primera Revolución Industrial, en la que produce un gran cambio social, económico y tecnológico. Con ella surge a finales del Siglo XVIII el motor de vapor, y el 15 de Julio de 1873, previo a la Revolución Francesa, el ingeniero francés Claude François Dorothee de

Jouffroy d'Abbans inventó el primer barco movido por una máquina de vapor, el *Pyroscaphe*. Esto supone un gran avance para la industria naval, aunque no desbancarían nunca del todo a los barcos de vela, aún presentes en nuestra sociedad. Sin embargo, con el perfeccionamiento de los barcos de vapor y con sus ventajas con respecto al barco de vela en cuanto a la navegación e independencia de la meteorología, el 'vapor' sí que sustituyó a la 'vela' dando paso, por ejemplo, a nuevos buques mercantes a finales del siglo XIX.

En la década de 1850, nacen los primeros barcos dotados de un blindaje de hierro por encima de la madera, que les permite, entre otras cosas, resistir impactos de balas. Este gran avance, junto al de la máquina de vapor, dará lugar a las primeras versiones de los buques acorazados de guerra.

En la misma década, en 1853, fue inventado el primer motor de combustión interna, aunque no sería hasta 1866 cuando los ingenieros alemanes, y posteriormente fabricantes de coches, Gottlieb Daimler y Wilhelm Maybach hicieron los primeros ensayos de un barco propulsado a través de un motor de combustión interna de un único cilindro y de 1 C.V. en el río Neckar, Alemania.

Ya a partir del siglo XX, los avances industriales y tecnológicos han seguido una línea exponencial, y la influencia en la industria naval ha sido total, hasta el punto de que las embarcaciones sean bienes al alcance de particulares para un disfrute personal, lo que, por lo visto a lo largo de la Historia, habría estado al alcance un grupo extremadamente reducido de la cada sociedad. En la actualidad, la producción de barcos está destinada a muchas finalidades, y por eso existe un gran abanico de tipos de barcos, cada uno con su funcionalidad. Este camino no lo ha seguido únicamente la náutica, sino que también productos como los automóviles o los ordenadores han derivado al uso particular. [1][2]

2.1.2. Clasificación de las embarcaciones según su finalidad

Con el paso del tiempo, la inclusión de las embarcaciones en la sociedad ha sido total. Su uso se ha expandido por todos los sectores de la industria y, para ello, ha sido necesario adecuar su diseño y fabricación al propósito de su finalidad. Por eso, en la actualidad, existen muchos tipos de embarcaciones diferentes, cada una con un uso específico. En la Tabla 2.1 se recoge a grandes rasgos una clasificación de las embarcaciones fabricadas en la industria naval según su finalidad. [3]

Tabla 2.1: Clasificación de las embarcaciones según su finalidad

Industria Naval					
Recreo	Transporte	Guerra	Mercante	Especial	Pesquero
Velero	Transatlántico	Portaaviones	Petrolero	Balizador	
Yate	Crucero	Acorazado	Químico	Salvamento	
Moto de agua	Ferry	Destructor	Carga general	Meteorología	
Bote	Balsa	Fragata	Frigorífico	Remolcador	

2.2. Marco normativo

En este apartado se explica brevemente el marco legal que engloba a este proyecto y su influencia en el desarrollo del trabajo.

2.2.1. Real Decreto

Tal y como está definido por la Real Academia Española, un ‘decreto’ es la decisión de un gobernante o de una autoridad, o de un tribunal o juez sobre la materia o negocio en que tengan competencia. Y se define también ‘real decreto’ como el ‘decreto’ firmado por el rey, y se publica a través del Boletín Oficial del Estado. [4]

Por otro lado, una ‘directiva’, según la define la RAE, es una norma que fija a los Estados miembros los objetivos que en determinada materia han de alcanzar, reservándoles la facultad de decidir sobre la forma y los medios de conseguirlos. Estas ‘directivas’ se introducen al ordenamiento jurídico español a través del mencionado anteriormente Real Decreto.

Estas normativas están presentes en prácticamente todas las industrias, y velan por seguridad del consumidor, el libre comercio del producto y la sostenibilidad del medio ambiente. En la actualidad, la ley vigente en España que afecta las embarcaciones de recreo de 28 pies de eslora viene dada por la Directiva 2013/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, y ha sido incorporada al ordenamiento jurídico español mediante Real Decreto 98/2016, de 11 de marzo, por el que se establecen los requisitos esenciales de diseño, fabricación y construcción de las embarcaciones de recreo de recreo semiacabadas y de las motos náuticas y de sus componentes, así como las emisiones de escape y emisiones sonoras emitidas por ellas. [5][6]

En los artículos 29 y 30 del decreto se mencionan las dos principales acreditaciones que una embarcación debe obtener para ser un producto declarado conforme al marco jurídico español. Éstas son la declaración UE de conformidad y el marcado CE.

2.2.2. Declaración UE de conformidad y marcado CE

La declaración UE de conformidad para el marcado CE es un documento escrito mediante el cual el fabricante o su representante en la Unión Europea declara que el producto comercializado satisface todos los requisitos esenciales de las distintas Directivas de aplicación. Imagen 2.1. La firma de este documento autoriza la colocación del marcado “CE” cuando así lo señale la directiva. Dicho documento incluirá todos los datos pertinentes así establecidos en ISO/EN 17050.

La firma de este documento se consigue a través de un organismo competente habilitado por la Dirección General de la Marina Mercante a la evaluación de la conformidad del producto. El procedimiento para la evaluación de conformidad está recogido en el CAPÍTULO X del Real Decreto 98/2016, de 11 marzo. De este capítulo cabe destacar la necesidad de acudir a al Anexo II del Reglamento nº 768/2008/CE, para conocer el procedimiento más detallado de la evaluación del control interno de la producción.

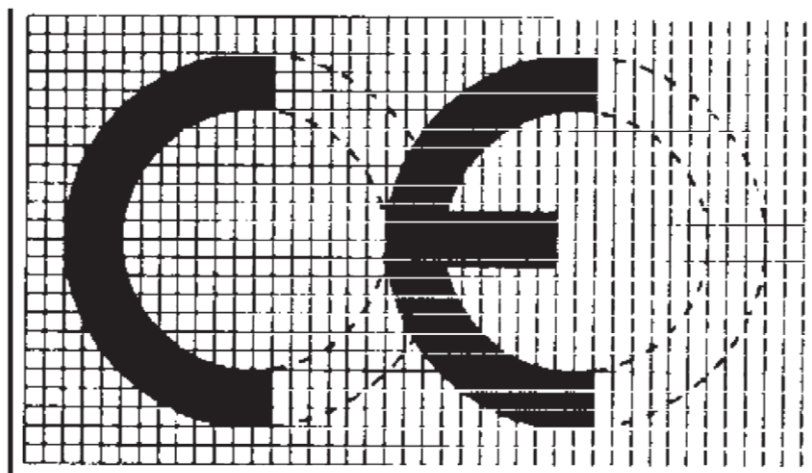


Imagen 2.1: Marcado CE. [7]

Tras un trabajo de investigación sobre legislación marítima, se puede decir que ésta no ha influido en el desarrollo del trabajo expuesto en este documento. Es interesante conocer el marco normativo sobre el cual estamos trabajando, pero el ámbito de aplicación de la legislación previamente expuesta tendrá que tenerse en cuenta más adelante, en un estado más maduro del proyecto.

2.3. Embarcaciones tipo ‘gozzo’

Antiguamente, los botes tipo ‘gozzo’ eran botes típicos de la costa italiana usados principalmente para pescar. Eran botes generalmente pequeños, de no más de 8 metros y la gran mayoría no disponían de motor, sino que se movían con remos.

Hoy en día, este tipo de embarcación ha ido desapareciendo tal y como se conocía, y son escasos los ejemplares que siguen navegando por la costa italiana. Es una embarcación de una estética particular, lo que ha sido aprovechado por numerosos fabricantes de barcos para readaptar el tradicional bote ‘gozzo’ a los tiempos modernos. Varias las empresas comercializan este tipo de embarcación, que por lo general se fabrican en dos gamas de combinación de colores diferentes. Una, y la más popular, con el casco pintado de color azul marino con una o dos franjas blancas y combinado con una madera oscura, y la otra con el casco blanco combinado con madera de un tono relativamente claro. Imagen 2.2 [8]



Imagen 2.2: Gozzo Positano Open 28

La explotación de los botes tipo ‘gozzo’ actuales no recae únicamente en su venta. Dado que tiene un diseño muy atractivo e inspira a un bote tradicional de la época, en sitios como la costa Amalfitana son utilizados como atractivo turístico, en los que puedes desde dar un paseo hasta alquilarlo por uno o varios días.

2.4. Metropol Náuticas

Metropol Náuticas es una empresa fundada en el año 1972 del sector náutico con sede en la provincia de Gerona, es una empresa referencia a nivel nacional y se dedica principalmente a la comercialización de embarcaciones nuevas y de ocasión, y a la oferta de servicios técnicos y de internaje. Su actividad

se limita a embarcaciones motoras, aunque en el pasado los veleros también formaban parte de su negocio. [8]

Es una empresa que no se dedica a la fabricación ni al diseño de las embarcaciones, a excepción de la Gozzo Positano, y las marcas principales con las que comercializa son las siguientes:

Cranchi, con un astillero basado en Piantedo, Italia, es un fabricante grande que tiene una capacidad de producción de hasta 1000 barcos al año gracias a su automatización y robotización de todos los procesos. La estrategia de fabricación es única en el sector náutico. Los barcos que vende van desde los 27 pies hasta los 78 pies.

Regal, con un astillero basado en Orlando, Estados Unidos, Es un fabricante grande que tiene una capacidad de fabricación de casi 4000 barcos al año. Tiene la ventaja de estar en un mercado enorme como es el americano en el que le permite fabricar bajo demanda. El astillero cuenta con un lago de pruebas para sus prototipos. Los barcos que fabrica van desde los 18 pies hasta los 52 pies.

Ranieri es un astillero mediano ubicado en Soberato en el sur de Italia. Se caracteriza por fabricar embarcaciones fueraborda de una categoría superior a la mayoría de su competencia. Produce alrededor de 80 barcos al año. Y tiene una amplia gama de modelos. Sus embarcaciones van desde los 17 pies hasta los 38 pies.

Por último, **Gozzo Positano**, la cual realizaremos este trabajo. Gozzo Positano es el nombre que Metropol Náuticas les ha dado a los barcos que produce el astillero Náutica Esposito. El director y dueño de este astillero, Stanislao Esposito, es residente de Torre del Greco, pueblo ubicado en la base del Vesubio en Italia. Stanislao es hijo de operario en un astillero de barcos de pesca napolitano. Desde pequeño visitaba a su padre en el astillero por lo que decidió abrir un astillero propio, cuya fabricación inicial era de entre una y dos embarcaciones al año de unos 27 pies para la pesca. Con los años de bonanza fue creciendo y llegó a producir entre ocho y diez embarcaciones al año. Todas sus embarcaciones están producidas de manera artesanal y sus empleados son vecinos del pueblo. Tras los años de la crisis económica global estuvo muy cerca de cerrar el astillero, pero Metropol Náuticas le propuso un nuevo proyecto basado en fabricar embarcaciones exclusivamente para ellos y decidir el proveedor de los materiales y el acabado de las embarcaciones. Con ello hicieron subir de categoría las embarcaciones de este astillero regresando a fabricar cerca de 10 embarcaciones al año. A partir del año 2017 Metropol Náuticas decidió entrar más en detalle en el diseño de las embarcaciones gestionando tanto el diseño exterior como la decoración y diseño de interiores. Se prevé que para final del año 2018 el astillero sea capaz de producir más de 15 embarcaciones. Los barcos que fabrica van desde los 23 pies hasta los 38 pies.

2.4.1. Gozzo Positano 28

Como hemos mencionado anteriormente, Gozzo Positano 28 es un nuevo modelo fabricado en Italia en el astillero Náutica Esposito, y que con la intervención de Metropol Náuticas también en el diseño de la embarcación se le dará un acabado más moderno que a su predecesor. Al tener una mayor experiencia en la comercialización de barcos, desde Metropol Náuticas se tiene una idea más nítida del tipo de barco que hoy en día encaja mejor en el mercado, y de saber cuáles son los detalles fundamentales que busca el cliente para la compra de un barco.

El trabajo de investigación de mercado realizado por Metropol Náuticas ha llevado a concluir que una de las características más solicitada en el mercado actualmente en barcos de este tipo, es que disponga de una cabina tras la que resguardarse del viento durante la navegación. Ser conscientes de la necesidad de un barco con cabina ha sido un factor clave para el lanzamiento de este proyecto, porque implica el rediseño del barco de 28 pies que se fabrica actualmente. Sin embargo, el uso final de esta embarcación no varía con respecto a sus homólogos. Sigue siendo muy versátil, perfecta para una navegación tranquila por el mediterráneo y también para la práctica de deportes acuáticos como el 'wakeboard'. Además, la Gozzo Positano 28 estará diseñada para que puedan dormir 3 personas en su interior y realizar una travesía de varios días. Sin embargo, su capacidad máxima será de 8 personas.

Por estas características expuestas, se define como cliente objetivo a pequeñas familias que les guste navegar y pasar algunos días en el barco, que prioricen el confort y la estética.

3. Metodología: Diseño de la embarcación

En este apartado se explica el procedimiento que se ha seguido para el diseño de la embarcación. Se analizarán aspectos que se han tenido en cuenta antes de comenzar a trabajar en ella y se discutirán las decisiones de diseño tomadas tanto antes como después de empezar con el modelaje 3D.

Cabe mencionar que el trabajo de diseño aquí expuesto se ha realizado a través de dos programas de modelaje 3D. Al principio, debido a problemas para la obtención de la licencia del SolidWorks, se ha utilizado el programa OnShape, una plataforma de diseño 3D online que permite realizar prácticamente las mismas operaciones que SolidWorks. Ambos programas son compatibles entre sí, es decir, es posible exportar un diseño de un programa al otro. Únicamente el casco de la embarcación ha sido diseñado con el programa OnShape, el resto los elementos presentes en el diseño han sido modelados a través de SolidWorks.

3.1. Consideraciones previas al modelaje 3D

Antes de comenzar a trabajar con los programas de modelaje 3D, ha sido necesario establecer algunos conceptos y requisitos que debe cumplir el barco. Para ello, además del uso final de la embarcación y el cliente objetivo que se busca, se ha tomado una primera decisión sobre qué equipamiento sería imprescindible que tuviera el barco, y sobre qué reparto de espacios exterior e interior sería más adecuado.

3.1.1. Equipamiento

En referencia al equipamiento presente en nuestra embarcación, será suministrado por proveedores externos a la empresa. Son piezas ya existentes y fabricadas por dicho proveedor, por lo que no es necesario realizar un diseño detallado la pieza, pero sí que es muy importante respetar y garantizar que exista el volumen suficiente y un emplazamiento óptimo para su instalación.

Los proveedores de los que estaríamos hablando son Volvo Penta, que se encarga de suministrar todo el sistema propulsivo de la embarcación, e Imnasa, empresa dedicada a la comercialización de productos náuticos de todo tipo.

Volvo Penta es una empresa perteneciente al grupo AB Volvo, y es uno de los mayores proveedores de motores de la industria naval a nivel mundial. En el caso concreto de la Gozzo Positano 28, dispondrá de un único motor diésel de 4 cilindros en línea turboalimentado de 3,7 l. y que ofrece una potencia 300 C.V., un par motor máximo de 700 Nm y un rango de revoluciones que alcanza 3500 rpm. [9][10]

Además, Volvo Penta también es la encargada de suministrar el resto de las piezas que conforman el sistema propulsivo de la embarcación. La hélice de popa, el cuadro de mandos situado en frente del piloto, en el que se encuentran los relojes, pantallas de navegación, la dirección y los mandos de accionamiento del motor.

Por otro lado, Imnasa una empresa de menor tamaño que Volvo Penta, es el proveedor de todos los accesorios instalados en esta embarcación. A continuación, se enumera el equipamiento extraído del catálogo de productos de Imnasa que se ha decidido instalar en la embarcación y se expone la decisión de su elección. Empezando por el equipamiento situado en el exterior del barco es el siguiente:

Escalera empotrable con 4 peldaños plegables situada en plataforma de popa, y se utiliza principalmente para acceder a la embarcación desde el agua. Es un modelo de escalera muy discreto que encaja perfectamente con nuestro diseño y, además, cumple su función a la perfección, ya que con los 4 peldaños desplegados tiene una altura de 1155 milímetros, más que suficiente para que se pueda acceder desde el agua sin complicaciones. (Ref. 22400041)

Ducha de popa con soporte empotrable. Se ha decidido introducir este elemento porque es un dispositivo de alto confort y estará situada en el casco y accesible desde la plataforma de popa. Esta ducha está pensada para ser una cómoda solución a la hora de darse una ducha con agua dulce para deshacerse de la sal tras un baño en el mar. Al ser empotrable es más discreta y encaja mejor con el diseño. (Ref. 31250933)

Cajón/asiento con cierre bisagra y cojines, es la consola donde se sienta el piloto y desde el que se maneja la embarcación. Es un asiento ancho con posibilidad de que se sienten dos personas en él. Dispone de un cajón bajo el asiento y un respaldo plegable. Estará situado ligeramente a estribor de la línea de crujía. (Ref. 00910142)

Nevera Cruise 49, es la nevera que mejor se adapta por dimensiones, más compacta que el resto, y ofrece una capacidad de 49 l. El objetivo para el emplazamiento exterior de esta nevera es situarla a la izquierda del asiento del piloto. Además, también hay que buscar un sitio en el interior donde instalar una segunda nevera de las mismas dimensiones. Se ha decidido instalar dos neveras dada la finalidad de uso de la embarcación, y a que aporta un grado más de confort. La nevera exterior está pensada para su uso durante la navegación o durante el día mientras se está fondeado, y la nevera interior está concebida para ser usada por las noches, cuando ya se ha cerrado la puerta que comunica el camarote con el exterior. (Ref. 94250001)

El **fregadero** es imprescindible, y el escogido para esta embarcación es suficientemente grande y es el que mejor se adapta por dimensiones. Al igual que la nevera, también habrá un fregadero en el interior. (Ref. 00009108)

Respiradero en latón cromado. Situado bajo la plataforma de popa, es el respirado es un elemento fundamental para el correcto funcionamiento del motor de la embarcación. Por él saldrán los gases de escape del motor. Al no ser un elemento de funcionamiento mecánico, no está suministrado por Volvo, lo que nos da cierta libertad para convertirlo en un elemento con cierta carga estética. (Ref. 43250372)

Brújula Zenit B71. A pesar de que la mayor parte de los elementos de navegación son suministrados por Volvo, la brújula es un accesorio que le compraremos a Imnasa. La brújula escogida es sencilla y encaja con el diseño de la embarcación y estará situada sobre el cuadro de mandos. (Ref. 13250004)

Bita en inox. pulido. Se escogido instalar un conjunto de bitas, Imagen 3.1, antes que cornamusas, Imagen 3.2, dada la carga de diseño que aporta a la embarcación. Cumple la misma función que una cornamusa normal pero estéticamente encaja mejor con el tipo de barco. La instalación de las bitas es por parejas, una a cada banda del barco e instalaremos un total de 6, 2 en popa, 2 a la altura de la cabina y 2 en proa. (Ref. 0011139)



Imagen 3.1: Bita



Imagen 3.2: Cornamusa

Los **guiacabos** escogidos siguen la línea de diseño de las bitas ante mencionadas, y al igual que las bitas también se suministran en parejas. Sin embargo, instalaremos únicamente una pareja de guiacabos, Imagen 3.3, en la proa, por delante de las bitas, ya que es aquí en donde más roce tendrían los cabos con la madera del casco. (Ref. 20250665)



Imagen 3.3: Guiacabo

Por último, el conjunto de **ancla, cojinete de ancla, cadena, molinete y motor de molinete** se escoge uno en función del anterior. El más importante y por el cual se deducirá el resto de las piezas, es el ancla. El ancla escogida es la Bruc-T inox. de 10 kg. que, aunque a primera vista pueda parecer poco peso, da excelentes resultados cuando se combina con una cadena correctamente. Además, estéticamente es el ancla que mejor concuerda con la embarcación. En conjunto al ancla escogida, se instalará un cojinete de ancla en inox. de 4 mm de espesor capaz de soportar los 10 Kg. que pesa el ancla. La cadena será la DIN 766 de 30 metros, de un espesor de 8 mm y que soporta una tensión máxima de 3.200 Kg. Pesando 1,4 Kg por cada metro, la cadena también juega un papel muy importante a la hora de mantener la embarcación inmóvil mientras está fondeada. Por último, se ha elegido un molinete que tiene acoplado un motor eléctrico, como es el caso del molinete eléctrico Lewmar CPXO de 700 W. El molinete es el aparato encargado de recoger o soltar la cadena en maniobras de fondeo. Para elección, se ha tenido en cuenta que el molinete escogido está capacitado para funcionar con una cadena como la escogida y, según las especificaciones técnicas presentes en manual de Imnasa, el molinete funciona con una cadena de 8 mm o un cabo de 12 mm. Todos estos elementos estarán situados en la proa del barco, alineados con la línea de crujía, y entre todos ellos hacen la función de anclar el barco al fondo marino cuando se quiere fondear. (Ref. Ancla. 16400316; Cojinete ancla. 00111103; Cadena. 9250068; Molinete y motor. L66910428)

Siguiendo con el equipamiento situado en la zona interior de la embarcación se ha elegido el siguiente equipamiento:

Nevera Cruise 49 ya mencionada anteriormente. (Ref. 94250001)

El mismo **fregadero** que también se instalará en el exterior. (Ref. 00009108)

Cocina vitrocerámica de dos hornillos de 1200 W cada uno. Dado el reducido espacio del que se dispone en el interior, esta placa vitrocerámica es la que mejor encaja tanto por dimensiones como por funcionalidad. La contra de esta cocina vitrocerámica es que funciona bajo un voltaje de 220 Voltios, y dada la falta de espacio, no es posible instalar un transformador 24V/220V. Por eso, esta cocina solo podrá utilizarse cuando el barco esté en puerto, y llegue electricidad por la toma de corriente de 220V. (Ref. 05010238)

Inodoro eléctrico Johnson Pump de 12 V, instalado en el interior del baño. Se ha escogido este inodoro, ya que por sus dimensiones quita el menor espacio posible dentro del ya poco espacioso baño. Es un inodoro diseñado especialmente para barcos y funcionan con un método de succión, accionado por el motor eléctrico, empujando los residuos al depósito de aguas negras. (Ref. 70250301)

Lavabo en inox. también situado en el baño. Dentro de la gama de lavabos, este es el que mejor encaja por diseño. (Ref. 31250961)

Ducha – Grifo con dos micro interruptores. Se instalará este grifo ya que nos da la posibilidad de hacer que el baño sea también una ducha. (Ref. 55250052)

Dando paso a las piezas que se encuentran bajo las cubiertas exterior e interior, encontramos la mayor parte de los elementos que hacen funcionar la embarcación. Se han tenido en cuenta aquellos de más volumen y que tienen un mayor impacto sobre el diseño. Además del ya mencionado motor Volvo Penta D4 encontramos:

Hélice de proa. La hélice de proa es una hélice complementaria a la hélice de popa, cuya función principal es desplazar la proa del barco en dirección transversal a la línea de crujía. Aunque en barcos de estas dimensiones no es habitual, tener una hélice en proa siempre aporta un plus de comodidad y seguridad a la hora de atracar en el puerto. Hemos decidido instalar una pequeña hélice eléctrica en proa de 12 V que desarrolla 3 C.V. de potencia. No es un motor de gran potencia, pero dado el tamaño del barco es más que suficiente para desplazarlo lateralmente en la maniobra de atraque. (Ref. L591452)

El **depósito de gasolina** es un accesorio fundamental del barco y es responsable en muchos casos de la propia estabilidad del barco dada su gran capacidad de combustible. Tiene que ajustarse perfectamente a las dimensiones del casco y por eso, los depósitos de carburante para este barco serán diseñados y fabricados a medida por nuestro proveedor en una fase más avanzada del proyecto. De todas formas, hemos decidido que se implementarán dos depósitos de 200 l conectados por un tubo y fabricados en acero inoxidable, un material mucho más resistente a la corrosión, y que irán recostados contra el mamparo que separa el camarote de la sala de máquinas de popa. Consideramos que 400 l. de combustible es más que suficiente ya que, a un régimen de motor medio-alto, 2500 rpm, y siguiendo los parámetros de Volvo Penta, lograríamos realizar una travesía de más de 12 horas. Por otro lado, la toma de combustible estará situada en el lateral en el costado de estribor de la embarcación. Estará situada en este costado, porque es el costado donde se encuentra también el asiento del piloto, lo que lo hace el bando más recomendable para atracar en puerto. Por ello, es el lado de estribor el más próximo al surtidor de gasolina y el más accesible. Además, nos evitamos tener una manguera cruzando de lado a lado del barco y que se derrame el combustible por la bañera.

El **depósito de agua dulce**, al igual que el de combustible, repercute directamente en la estabilidad de la embarcación, por eso, hemos decidido instalar dos depósitos de 70 l., situados a cada banda del barco y conectados a través tubo. La toma de agua dulce estará situada en el lado opuesto al de la gasolina, también en el lateral de la cabina. El agua proveniente de estos depósitos surtirá a los dos fregaderos, al lavabo, al inodoro y a la ducha de popa. (Ref. 7050367)

Depósito de aguas negras de 40 l. con bomba y trituradora integrada. Se utiliza para almacenar las aguas residuales provenientes del inodoro (Ref. 70250340)

Conjunto de baterías. Instalaremos un total de 3 baterías de 24 V y 1 de 12 V. Las tres baterías iguales están destinadas a suministrar electricidad a elementos de servicio. Una de ellas estará con una destinada a darle corriente a las neveras, el inodoro, las luces, bombas y molinete de proa, otra de ellas se encargará de alimentar a los paneles de mando y electrónica necesaria para la navegación, y la última se utilizará exclusivamente para accionar la hélice de proa. Estas tres baterías se caracterizan por tener una capacidad de 135 Ah, y de estar diseñadas para alimentar motores eléctricos a baja intensidad y ofrecen un total de 600 descargas o ciclos. Por otro lado, tenemos la otra batería independiente que pondrá en funcionamiento el motor de propulsión. Esta es una batería diferente ya que está diseñada para hacer dar descargas de gran intensidad durante un tiempo reducido. Tiene una capacidad de 110 Ah, y ofrece un total de 6 descargas grandes o ciclos. El conjunto de baterías se cargará a través de la toma de corriente situada bajo los asientos de popa, a la que se enchufará el cable de corriente del pantalán en el que se esté fondeado. (Ref. 1x. 52000110; 3x. 52000135)

Aún en referencia a equipamiento que debería ser suministrado por Imnasa, están las ventanas laterales, la escotilla de proa y la plataforma de popa. Sin embargo, teniendo en cuenta que con este modelo de embarcación buscamos una mayor carga estética y priorizamos la luminosidad en el camarote, hemos decidido que serán elementos de nuevo diseño y que mandaremos fabricar para instalar en este barco. Estos dos elementos los explicaremos más adelante con el resto del diseño. [11]

3.1.2. Reparto de espacios

Ya sabiendo los accesorios imprescindibles que debe tener la embarcación, el siguiente paso antes de comenzar con el modelaje 3D, es el de realizar esquemáticamente un reparto de espacios entre la popa, la zona de la cabina y la proa. Para ello, seguiremos un criterio de decisión basado en priorizar lo según las necesidades de nuestros clientes.

La zona más importante y donde más tiempo van a pasar los tripulantes de esta embarcación es en la bañera, tanto para comer, para charlar o para estar sentados durante la travesía, por lo que consideramos que la máxima prioridad en nuestro diseño es conceder a esta zona de un gran espacio y amplitud. Para conseguir este espacio, se diseñará una cubierta lo más larga posible, siguiendo el eje longitudinal de la embarcación, sin comprometer el espacio necesario para el resto de las zonas.

Por otro lado, otra de las grandes prioridades de un barco de estas características es la zona de proa, que se convierte en un solárium donde tomar el sol. En él tienen que caber, como mínimo, dos personas tumbadas y, además, intentaremos que también tenga un respaldo para un mayor confort. Para ello, hay que tener en cuenta también el espacio ocupado por la caja de anclas, el molinete, el motor del molinete y la propia ancla, elementos que también irán situados en la proa.

La plataforma de baño es un elemento presente en la gran mayoría de las nuevas embarcaciones de recreo, y como tal, tiene una función muy valorada por el consumidor. Por eso, de los 8,5 metros de eslora totales que tendrá el barco, se reservará aproximadamente 1 metro para dicha plataforma.

Por último, en la zona exterior del barco también tiene que haber espacio suficiente para la cabina, sobre la que va instalado el cuadro de mandos. Dentro de este espacio también se ubicará el asiento del piloto y un pequeño mueble donde instalaremos el fregadero y la nevera exteriores. A su vez, la parte anterior de la cabina formará parte del techo y las paredes del camarote y el baño.

Tras lo expuesto anteriormente, se ha realizado una primera estimación de cómo podría ser el reparto de espacios en esta embarcación. Imagen 3.4. En un principio, se ha decidido que la cubierta exterior tendrá una longitud de 3,2 metros. A su vez, se ha estimado una longitud de 1,90 metros para el solárium y se ha reservado poco menos de 1 metro para ubicar la caja de cadena, el molinete y el ancla, 95 cm.

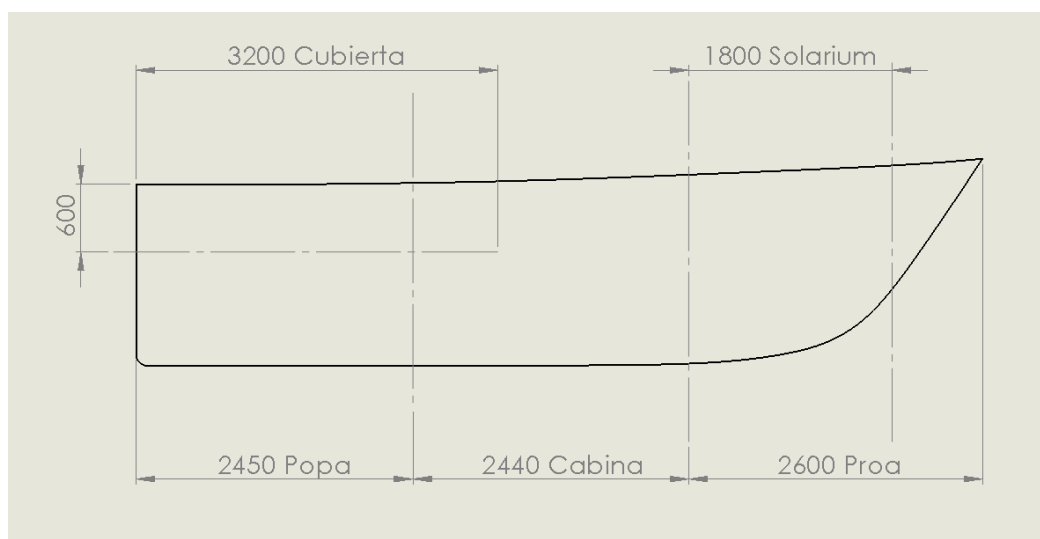


Imagen 3.4: Primera estimación del reparto de espacios de la embarcación

3.2. Modelaje 3D

Ya comenzando con a trabajar con los programas mencionados al inicio de este punto, el procedimiento seguido para el modelaje 3D de la embarcación se puede en 3 grandes bloques. Diseño del exterior, del interior y de la bodega.

3.2.1. Diseño exterior

En este apartado se expondrá el procedimiento seguido para el diseño de las partes de la embarcación que están en el exterior, es decir, al aire libre.

3.2.1.1. Casco

El casco de una embarcación es su elemento principal, sobre él van instalados el resto de los elementos que conforman el barco. El diseño del casco es factor determinante para la navegación y la estética. Es el elemento que más se ve desde el exterior, y en las embarcaciones tipo 'gozzo' es muy característico, con unos colores peculiares. Además, recordamos que la Gozzo Positano 28 se fabricara de forma artesanal.

Históricamente los cascos de las embarcaciones se hacían de madera hasta la introducción de los cascos con revestimiento de acero [1]. A partir de entonces, el material utilizado para la fabricación de los cascos ha evolucionado con el paso del tiempo. En la actualidad, dependiendo de la finalidad de la embarcación, existen diferentes alternativas a la hora de decidir el material a utilizar en el casco para lo que, como aseguran los ingenieros del astillero Náutica Esposito, es muy importante guiarse por la relación dureza/peso del material. Los cascos fabricados con diferentes variantes de fibra de vidrio son la alternativa más común para las embarcaciones de recreo, ya que si se instala de forma correcta puede soportar grandes esfuerzos.

La fabricación del casco en el astillero Náutica Esposito también será una combinación de varias capas de fibra de vidrio. El proceso comienza fabricando un casco de madera siguiendo los diseños para poder hacer un molde de fibra de vidrio. Una vez hecho el molde, se limpia a conciencia y se le aplica cera para facilitar el desmolde. Posteriormente, se aplica el Gel-coat y se deja secar entre 24 y 48 horas. Una vez pasado este tiempo, se procede a seguir superponiendo capas de diferentes fibras, como MAT, ROBY, COREMAT o KEVLAR, hasta un total de aproximadamente 22 capas dependiendo de la zona del casco. [7]

En el modelaje 3D del casco, nos es necesario evaluar su capacidad de navegación, flotabilidad, estabilidad o evacuación del agua, sino que lo más importante son los objetivos establecidos, que sea atractivo, sobre todo, desde la línea de flotación hacia arriba, que sea dimensionalmente coherente y que se puedan instalar sobre él todos los elementos que conforman la embarcación.

3.2.1.1.1 Dimensionamiento

El primer paso al comenzar con el diseño del casco es establecer sus medidas generales básicas. La eslora, la manga y el puntal. Tabla 3.1.

La medida principal de las anteriores es la eslora. En nuestra embarcación, la eslora máxima serán 8,53 metros y la eslora del casco 7,49. Estos valores vienen dados por la finalidad del barco, que esté catalogado dentro de la categoría de barcos de 28 pies, 8,53 metros. La eslora máxima y la eslora del casco difieren en poco más de un metro, ya que se utilizará este espacio para la instalación de una plataforma de baño.

Para el cálculo de la manga de la embarcación, se ha seguido un procedimiento de similitud. Se han tomado como referencia barcos de la propia marca y de la competencia. Los modelos de Gozzo Positano que se comercializan actualmente tienen una eslora de casco de 7,54 metros y una manga de 2,90 metros. Por otro lado, el barco Girbau G27, designado dentro de Metrópolis Náuticas como competencia directa de la Gozzo Positano 28, tiene una eslora de casco de 7,49 metros y una manga máxima de 2,84 metros. Con estos datos y teniendo en cuenta que se busca maximizar el espacio disponible en la bañera, sin pecar de sobredimensionamiento, se ha decidido tener 2,91 metros de manga. [7][12]

Por último, el puntal es fruto del proceso de diseño y surge tras el modelaje del casco. La dimensión vertical calculada para proceder con el diseño del casco es la de su sección más posterior. Esta medida se obtiene a través de un método de aproximación, teniendo en cuenta los elementos más voluminosos de la sala de máquinas y la distancia desde la cara externa de la cubierta hasta la parte superior del casco en dicha sección. Siguiendo las especificaciones aportadas por Volvo, el motor necesita un espacio libre vertical de 0,95 metros, ya contando con el espacio mínimo aconsejado para su manipulación en caso de que fuera necesario. A fin de no llevar esta medida a su límite, se ha decidido ampliar esta cota entre 6 y 10 centímetros. Por lo tanto, la distancia desde la sentina a la cubierta será aproximadamente de 1,03 metros. En cuanto a la distancia desde la cubierta hasta la parte superior del casco, se ha escogido como referencia la distancia que tienen los modelos actuales de Gozzo Positano, 0,45 metros. Si a estas medidas se les suma el espesor de la cubierta y del casco, 6 centímetros, resulta una distancia vertical de 1,60 metros. Como resultado del diseño del casco, expuesto en el siguiente punto, la distancia vertical máxima del casco, el puntal, es de 1,83 metros.

Tabla 3.1. Medidas generales de la embarcación

Dimensión	Medida [mm]
Eslora máxima	8530 mm
Eslora de casco	7490 mm
Manga	2913 mm
Puntal	1832 mm

3.2.1.1.2 Modelaje

El casco ha sido la primera parte del barco en ser diseñada. Ha sido diseñado en un programa diferente al resto de la embarcación y, dada la poca experiencia en el modelaje de cascos de embarcaciones, se ha consultado a los ingenieros del astillero Náutica Esposito, quienes confirmaron que OnShape era un muy buen programa para realizar este tipo de trabajo y aconsejaron utilizar la técnica “recubrir” para crear el volumen del casco. Hay que destacar que para que el casco sea perfectamente simétrico, solo se dibujará una mitad, y gracias a la herramienta “simetría” del programa, se generará la otra mitad.

El primer paso es realizar dos croquis de lo que serían la planta y el perfil deseados para nuestro casco. Estos dos croquis representados en la Imagen 3.5 e Imagen 3.6, servirán más tarde también como curvas guía a la hora de darle volumen a nuestro dibujo. En estos croquis ya se introducen las dimensiones principales calculadas anteriormente, la eslora, la manga y la cota vertical en la sección más posterior del casco.

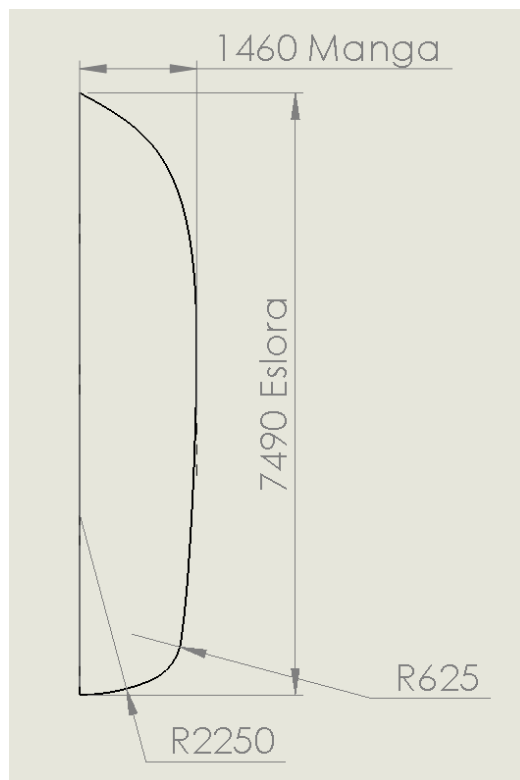


Imagen 3.5: Croquis planta del casco

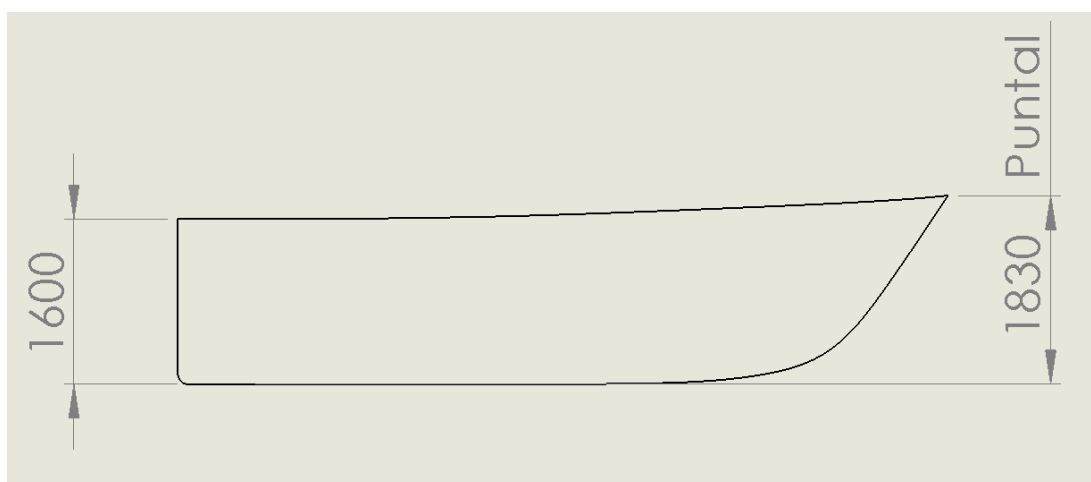


Imagen 3.6: Croquis vista lateral croquis

Una vez realizados estos croquis, el siguiente paso es crear una secuencia de planos paralelos y dibujar en ellos las secciones transversales de la embarcación siguiendo la planta y el perfil dibujados en el paso anterior. Imagen 3.7. En el primer intento se crearon únicamente 7 planos, lo que generaba algunas irregularidades en la superficie del casco. Posteriormente creando más planos y más secciones transversales se ha conseguido un mejor acabado de la superficie. En total se han utilizado 12 croquis en 12 planos diferentes para crear el casco.

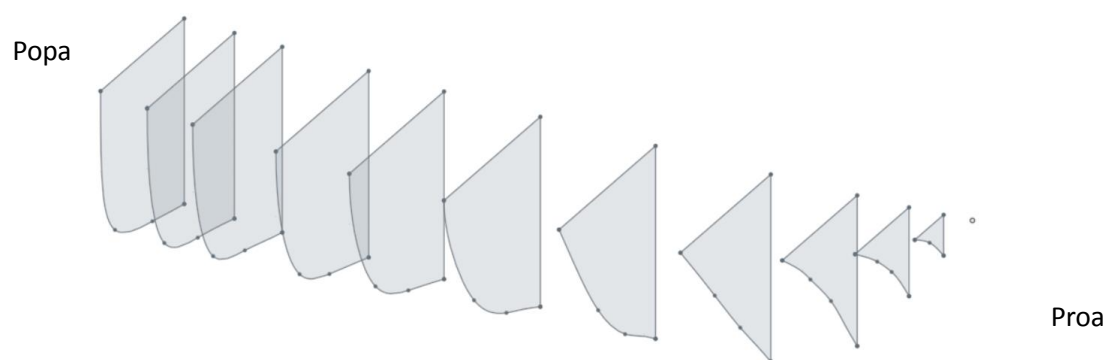


Imagen 3.7: Secciones transversales

Posteriormente, utilizando la técnica recubrir, se consigue unir las superficies de los planos y crear el volumen del casco. Imagen 3.8.

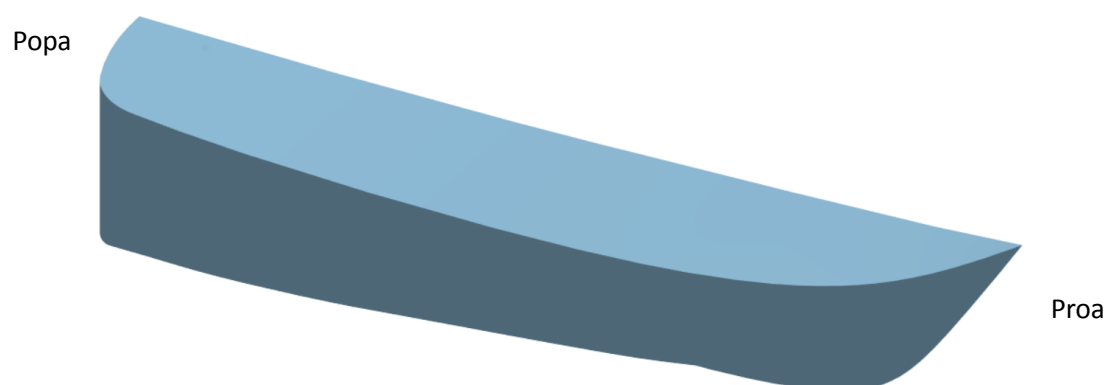


Imagen 3.8: Mitad derecha del casco

Por otro lado, en la parte más posterior del casco cabe destacar la forma de “U” que tiene frente a la forma de semicircunferencia que tienen los Gozzo Positano actuales de estas dimensiones. Con esta variante en las dimensiones del casco se consigue ganar espacio en la popa, consiguiendo nuestro objetivo de tener una bañera amplia.

Un aspecto considerablemente importante es la forma de la roda, que no solo tiene un papel estético, sino que también tiene que ser coherente con la técnica para la navegación. Le hemos dado una forma agresiva, lo que le da más presencia al barco y “cortará” mejor el agua durante la navegación.

Por último, para finalizar con el diseño del casco, y ya trabajando con SolidWorks, hemos utilizado las opciones de simetría y vaciado. Imagen 3.9. Con la operación de simetría conseguimos que el casco sea igual a ambos lados de la línea de crujía, y a la operación de vaciado le hemos dado un espesor de 6 cm, cifra ligeramente sobredimensionada.

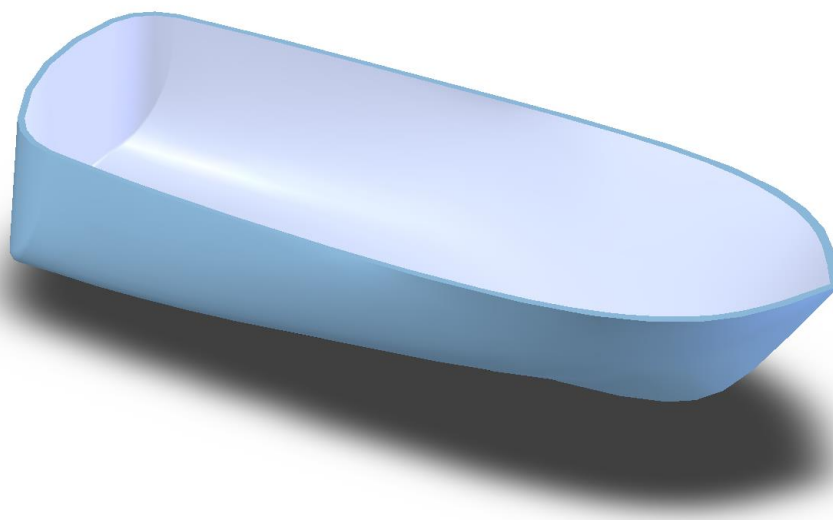


Imagen 3.9: Casco

3.2.1.2. Popa

Después del casco, los elementos situados en la popa han sido los siguientes en ser diseñados, empezando con la cubierta y continuando con los asientos, la puerta de popa y la plataforma de baño.

3.2.1.2.1 Bañera

En el diseño de la bañera, el primer elemento a construir es la cubierta exterior. En un principio, se había decidido que la distancia de la cubierta a la parte más elevada del casco en esta zona sería de 600 mm, pero posteriormente, tras conocer la necesidad de espacio en la sala de máquinas, y comparar esta misma distancia en otros barcos, se ha rectificado esta cota modificándola a 450 mm. La otra dimensión de la cubierta es su medida en el eje longitudinal desde la parte más posterior del barco. Ésta, en un principio, se había calculado de 3200 mm, pero con la evolución del diseño ha quedado establecida en 3190 mm. Imagen 3.10. A su vez, la cubierta no solo forma el piso de la bañera, sino que también formará el piso de la cabina.

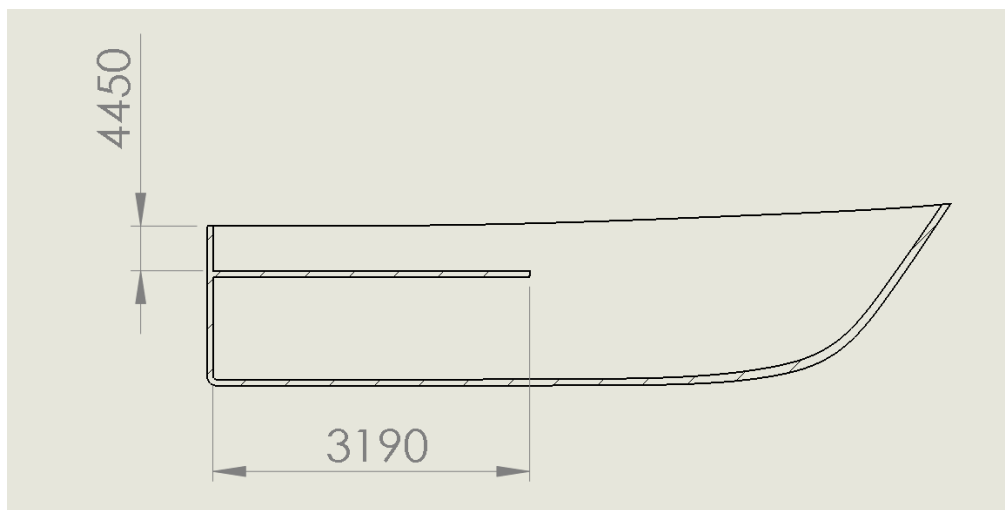


Imagen 3.10: Vista seccionada del casco

Una vez finalizada la cubierta, el siguiente paso ha consistido en diseñar los asientos que van pegados al casco y la puerta que da paso a la plataforma.

En un inicio, se habían planteado dos bloques de asientos separados por la puerta, pero tras varias ideas se ha decidido hacer un único bloque de asientos y desplazar la puerta lo máximo posible al costado de estribor. Con este planteamiento se consigue aprovechar mejor el espacio. Además, en el caso de instalar una mesa, no se restringe el acceso a la plataforma de baño desde el interior de la embarcación. Imagen 3.11. La altura de los asientos es de 35 cm con respecto a la cubierta y el ancho de la puerta de popa es de 50 cm.

3.2.1.2.2 Plataforma de baño

La plataforma de baño es un elemento fundamental en embarcaciones de recreo, y en la Gozzo Positano 28 es un elemento de nuevo diseño. Por eso, se ha planteado desde un principio una plataforma grande con más de un metro de longitud. Imagen 3.11. La anchura de la plataforma va de costado a costado de la embarcación y en ella tiene que ir empotrada la escalera de acceso al barco. Además, dado que tiene que soportar el peso de varias personas adultas, se ha diseñado con un espesor de 10 cm. En el momento de atracar en puerto, la plataforma de baño quedará desprotegida ante una colisión con el muelle o pantalán, por lo que se fabricará con una goma que vaya a lo largo del perfil exterior de la misma.

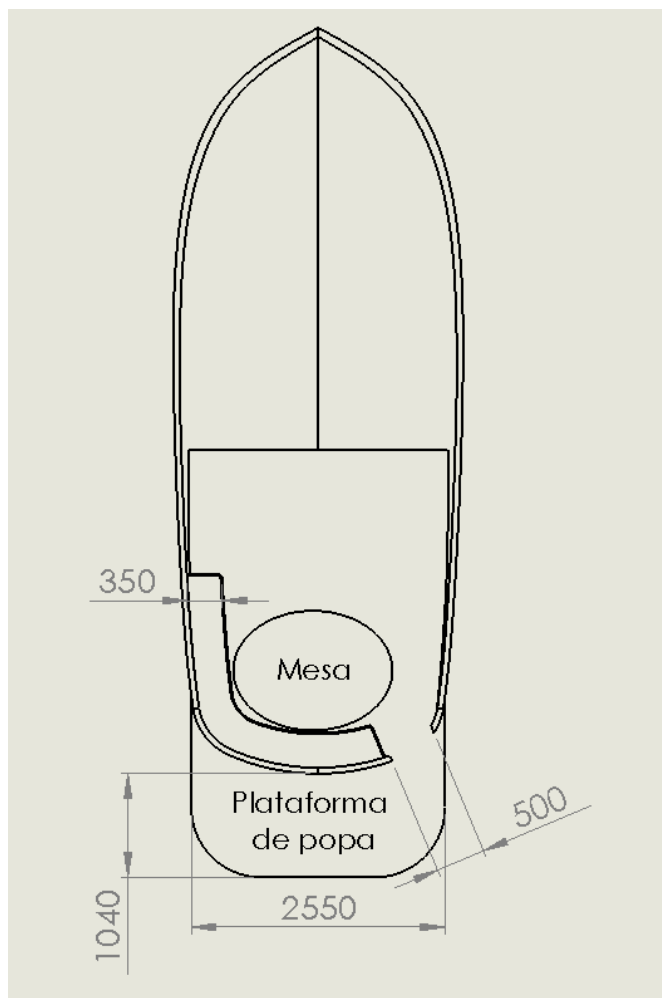


Imagen 3.11: Planta de la embarcación

3.2.1.3. Cabina

Tras diseñar la popa, el siguiente paso es diseñar la cabina y los elementos que formen este espacio. Tal y como está definido en el glosario, la cabina es la estructura situada delante del piloto sobre la que van instalados los elementos de navegación y a través de la que se accede al camarote. Suele ir acompañada de un cristal que favorece la protección del piloto ante el viento.

Antes de comenzar con el diseño de la cabina es necesario diseñar en este caso los pasillos laterales que comunican la popa y la proa. Se hace este paso primero ya que es mucho más fácil diseñarlos sin la cabina construida. Se ha decidido que tanto la altura, respecto la cubierta, como la anchura, respecto el casco, de los pasillos será de 30 cm. Para conseguirlo se ha creado primero una superficie de costado a costado de la embarcación a 30 cm de altura de la cubierta, y luego se le ha cortado el espacio necesario para instalar la cabina. Imagen 3.12. Además, se han incluido en el diseño unos pequeños

escalones, cuya finalidad es facilitar el acceso a los pasillos. Estos escalones tienen una altura de 15 cm respecto a la cubierta.

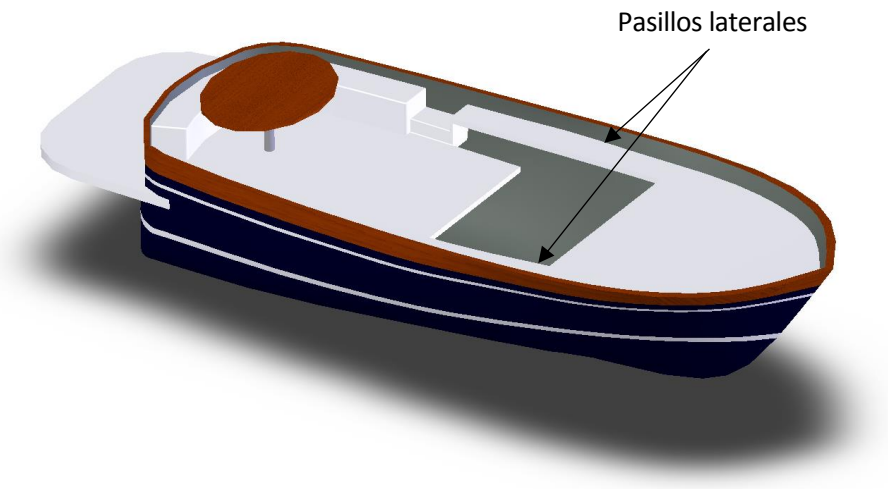


Imagen 3.12: Vista 3D de la embarcación

Para dimensionar la altura de esta estructura, se tiene como base las dimensiones de la consola mencionada en el apartado 3.1. De lo contrario, en caso de que se diseñara demasiado alta se le restaría visibilidad al piloto, y en caso de que fuera demasiado baja no cumpliría su función de resguardar del viento. Tras varios diseños compaginando la estética y la funcionalidad, se ha decidido que su altura sea de 95 cm respecto a la cubierta. Imagen 3.13 e Imagen 3.14. En combinación con el cristal formarían una altura total de 1,35 metros. Por otro lado, la profundidad de cabina, su dimensión longitudinal, surge de la necesidad de espacio para instalar el cuadro de mandos y, sobre todo, para poder plantear un mayor espacio de gran altura dentro del camarote. Por esta razón, se ha decidido que la cabina tenga una longitud de 244 cm. Cabe destacar que la parte anterior de la cabina acaba en un chaflán que funcionará a modo de respaldo del solárium situado en proa.

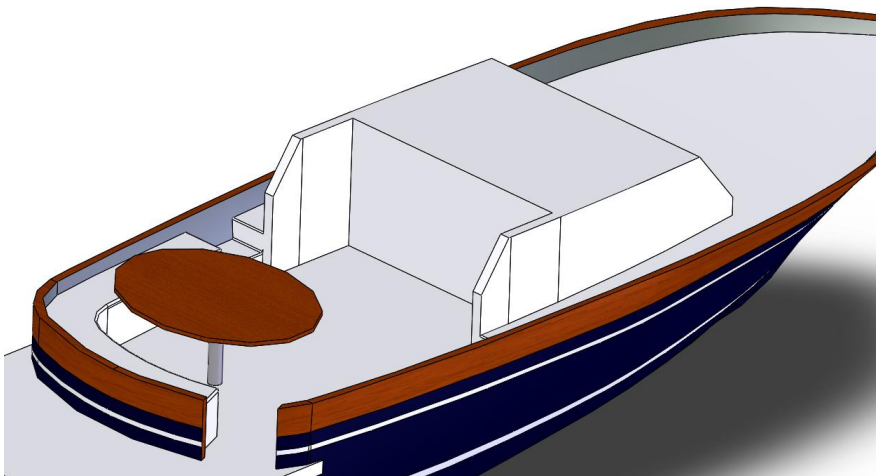


Imagen 3.13: Vista 3D de la cabina de la embarcación

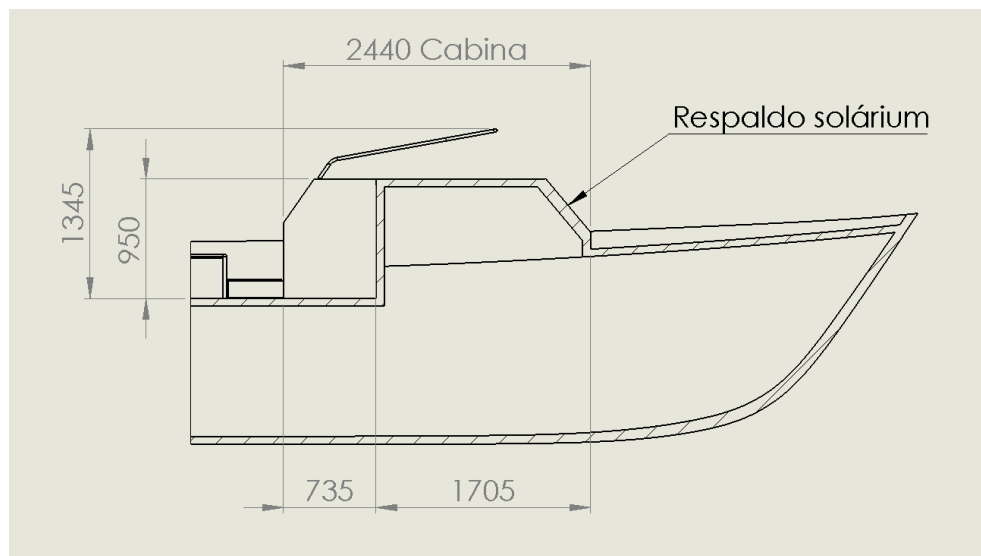


Imagen 3.14: Vista seccionada de la cabina

En cada costado de la cabina se instalará un cristal largo por la que entre mucha luz al interior del camarote. Además, la parte del cristal que esté a la altura del cuarto de baño será también ventana con el fin de poder ventilar el interior. Imagen 3.15

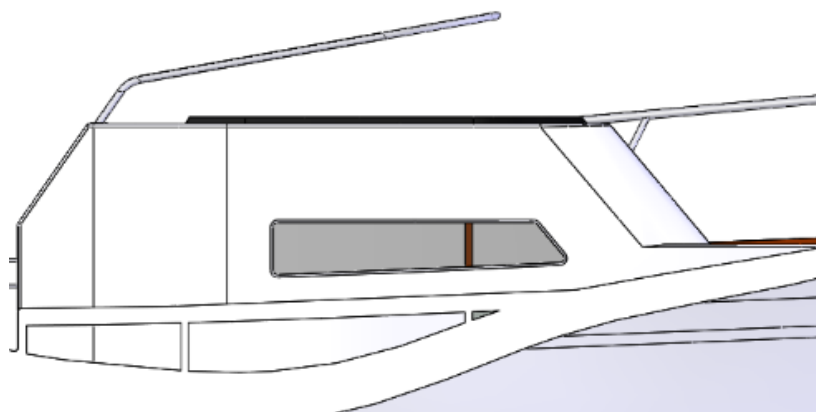


Imagen 3.15: Ventanas laterales

Por último, se han ubicado las tomas de carburante y de agua en ambos costados de la cabina. A estribor y a babor respectivamente.

3.2.1.3.1 Fregadero y nevera

El fregadero y la nevera son elementos que también tienen que ir instalados en la zona exterior de la embarcación. Imagen 3.15. Por eso, se ha decidido diseñar un pequeño mueble pegado a la cabina en su lado de babor, en el que puedan ir ambos elementos acoplados.

Las dimensiones del fregadero y de la nevera son conocidas, por lo que respetando este espacio y, además, dejando un espacio para el paso de cableado y tuberías, se ha diseñado una estructura de 45x55x80 cm.

3.2.1.3.2 Puerta de acceso al camarote

Ya que la cabina es una estructura cerrada, para posibilitar el acceso al interior de la embarcación es necesario cortarla e instalar una puerta. Imagen 3.15. Para decidir la ubicación y las dimensiones de la puerta, se han tenido en cuenta las dimensiones del asiento mencionada en el apartado 3.1, ya que no sería correcto que la consola obstruyera esta puerta.

Considerando lo anterior, se ha decidido ubicar la puerta ligeramente a babor de la línea de crujía, pegada al mueble del apartado anterior. La anchura total de la puerta será de 45 cm, pero con un marco de madera a cada lado de 2 cm se queda reducida a 41 cm. Ubicar la puerta de esta manera, deja un espacio de más de 90 cm para instalar el cuadro de mandos.

3.2.1.3.3 Consola

La consola ya ha sido descrita en el apartado 3.1. Su ubicación sobre la cubierta hará que esté centrada respecto al cuadro de mandos, y a una distancia coherente para que el piloto estando sentado le llegue sin problemas al volante. Esta distancia se ha decidido que sea de 60 centímetros. Imagen 3.15.

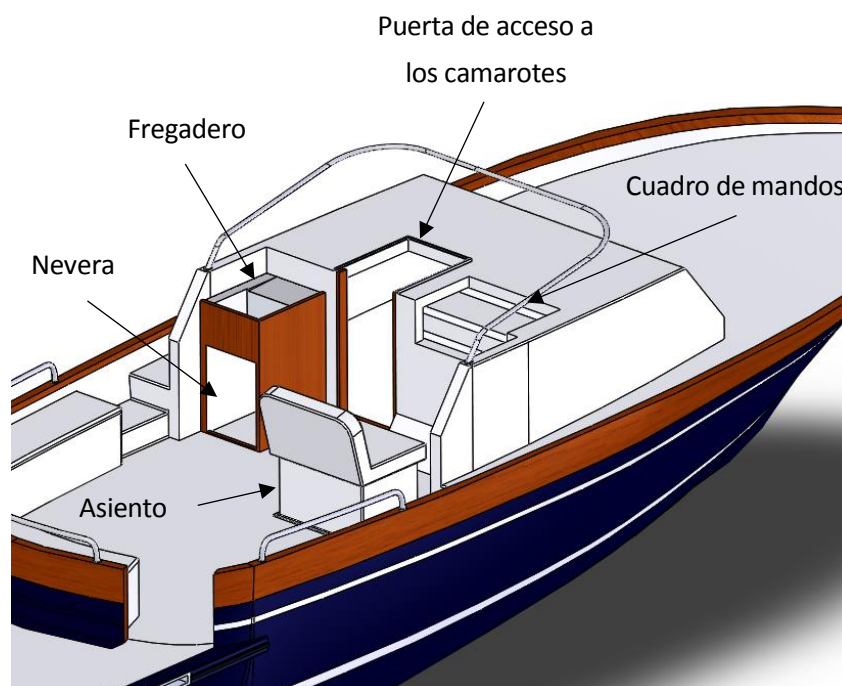


Imagen 3.16: Vista 3D de la cabina de la embarcación

3.2.1.4. Proa

Siguiendo por orden, la siguiente zona a diseñar ha sido la proa. Según el reparto de espacios discutido, la proa comienza donde acaba la cabina, y acaba con el final de la embarcación. A la proa se puede acceder únicamente desde la popa a través de los pasillos laterales antes mencionados.

Estos pasillos, además de ser de 30 cm de ancho, están situados a una altura de también 30 cm respecto a la cubierta y aumentan su cota vertical progresivamente al igual que lo hace el casco de la embarcación. La finalidad de este concepto es la evacuación de agua hacia la popa y evitar que se acumule en la proa. Imagen 3.12

3.2.1.4.1 Solárium

El solárium es sin duda el elemento más importante de la proa, en el que los tripulantes de la embarcación aprovecharán para tomar el sol tanto navegando como fondeados. Está pensado para que puedan estar tumbados como mínimo dos personas adultas a la vez.

Para cumplir este objetivo, se ha diseñado un solárium de 1,80 metros de largo por más de 1,50 metros de ancho. Imagen 3.16. En estas dimensiones no se tiene en cuenta la parte de la cabina que actuará a modo de respaldo, lo que aporta aún más espacio y más versatilidad al solárium. Además, se ha

decidido que el solárium sea completamente horizontal en situación de fondeo, buscando un mayor confort que si estuviera inclinado.

Por otro lado, uno de los mayores dilemas acerca de este elemento ha surgido a la hora de decidir su altura. Estéticamente será más bonito cuanto más bajo sea, pero a mayor altura se genera más espacio en el interior del camarote. Gracias a una buena optimización del espacio interior, ha sido posible hacer el solárium casi a la altura de los pasillos laterales.

3.2.1.4.2 Escotilla

Junto con las ventanas situadas a los laterales de la cabina y a la puerta de acceso al camarote, la escotilla es el otro elemento a través del cual entra luz al habitáculo interior. Estará situada sobre el solárium y centrada a la línea de crujía. Al ser un elemento de hecho a medida para esta embarcación, se buscará maximizar su área sin comprometer la rigidez de la estructura.

A falta de confirmar su viabilidad estructural, se ha decidido que tendrá unas dimensiones de 85x40 centímetros, y estará a una distancia de 35 cm del final del solárium. Esta ubicación hará que esté situada sobre la cama doble del camarote. Imagen 3.16

3.2.1.4.3 Caja de cadena

La caja de anclas es el elemento estructural situado más a proa de la embarcación, cuya función es la de almacenar los 30 metros de cadena pensados para este barco. Para ello se ha diseñado una caja de cadena con más de 60 cm de altura, lo que genera un volumen suficiente para desempeñar su función. Imagen 3.16. Por otro lado, se ha diseñado una puerta de acceso a este espacio desde el exterior en caso de que fuera necesario acceder a su interior.

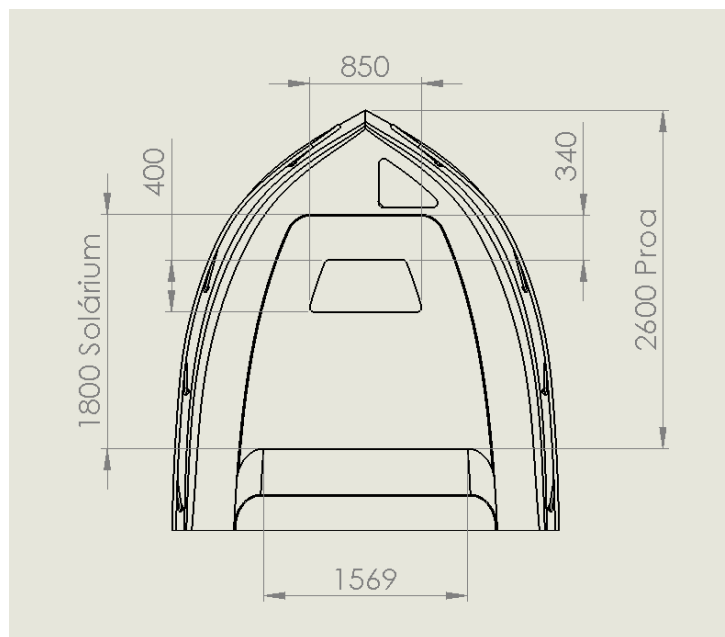


Imagen 3.17: Planta de la proa

3.2.1.4.4 Barandillas

Por último, para concluir con el diseño exterior de la Gozzo Positano 28, se han diseñado las barandillas presentes en ella. El diseño de estas estructuras se ha realizado a través de croquis 3D, a diferencia del resto del diseño, que se ha realizado con croquis 2D. La barandilla lateral acompaña a los pasillos que comunican la popa con la proa y sirve como elemento de seguridad. Además, hacer una barandilla alta y bastante curvada en la proa, mejora la estética de la embarcación. Imagen 3.17

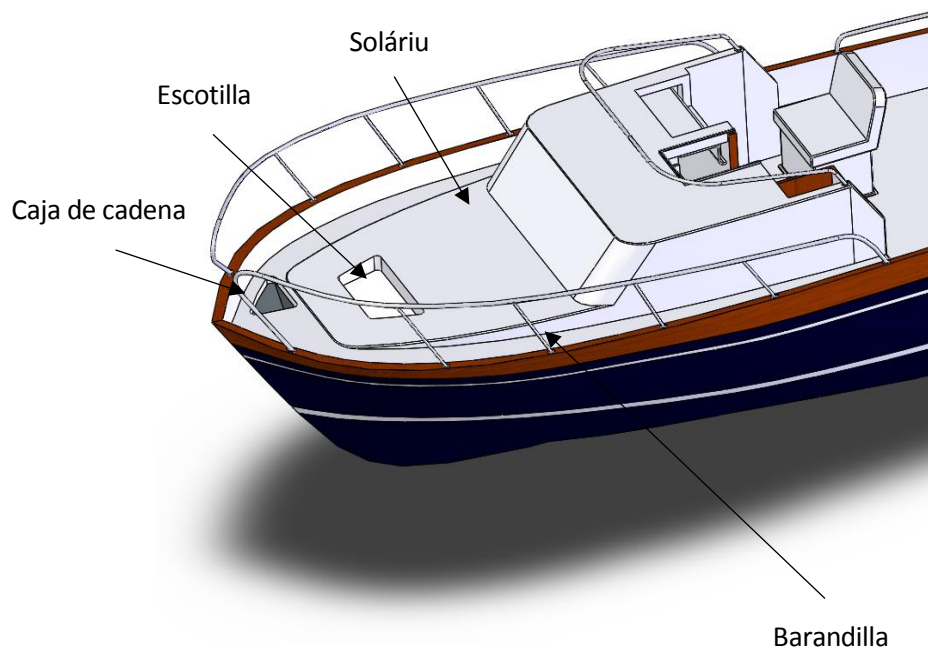


Imagen 3.18: Vista 3D de la proa de la embarcación

3.2.2. Diseño interior

Concluido el diseño exterior de la embarcación, el siguiente paso es el diseño de la zona interior, donde se ubica el cuarto de baño, la cocina, las camas del camarote y las escaleras que la comunican con el exterior.

Antes de proceder con el diseño de estos elementos, el primer paso es construir la cubierta del camarote, es decir, el suelo sobre el que irán montados el resto de las piezas. En el diseño de este piso, primero, hay que tener en cuenta que el casco en su parte inferior tiene forma de “V”, por lo que la cubierta tiene que estar situada a cierta altura respecto la quilla, de lo contrario no se formaría una superficie. El piso en esta zona interior tendrá dos alturas diferenciadas. La primera, situada más a popa, será el suelo sobre el que se construirá el baño y la cocina, y la segunda, bajo el solárium formará las camas. Imagen 3.18

Por otro lado, el techo de esta zona interior lo formarán tanto la cabina como el solárium, por lo que la altura de los techos será en función de la altura de la cubierta respecto la quilla.

Tras varios intentos, se ha diseñado una cubierta con la que se obtienen más de 1,70 metros entre el piso y la cabina, y más de 90 cm entre el solárium y las camas. Imagen 3.18

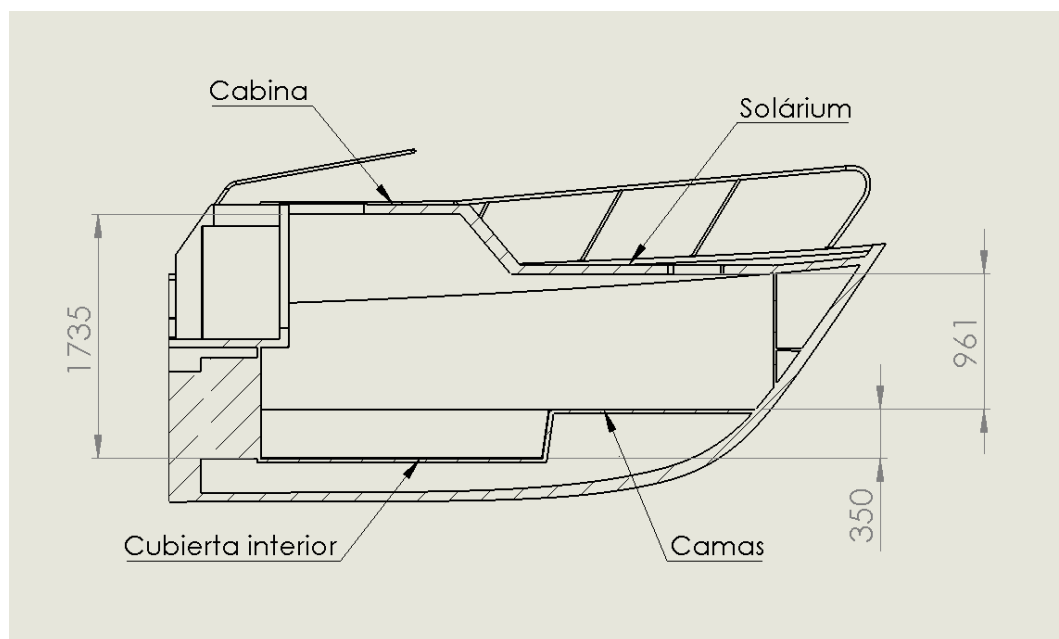


Imagen 3.19: Vista seccionada del interior de la embarcación

Para conseguir instalar todos los elementos deseados y dado que el espacio disponible es bastante reducido, es importante realizar una buena distribución para aprovecharlo de la mejor manera posible. Teniendo en cuenta que hay que tener que haber camas en las que puedan dormir 3 personas, espacio suficiente para una cocina y un baño, se ha decidido que el costado de babor y la proa quedarán reservados para instalar camas y en el costado de estribor irán ubicados el baño y la cocina.

3.2.2.1. Cuarto de baño

Una vez diseñado el piso de la zona interior, el siguiente paso es empezar con el diseño del cuarto de baño. De popa a proa, es el primer elemento de la zona interior, y estará situado en el costado de estribor justo debajo del cuadro de mandos situado en la cabina.

Haber desplazado la puerta de acceso a los camarotes a babor de la línea de crujía, además de permitir instalar una consola más grande en el exterior, también permite construir un cuarto de baño más ancho de hasta 95 cm a media altura.

Dentro del cuarto de baño la altura máxima será de 175 cm en su parte más próxima a proa, y de escasos 79 cm medidos en el mamparo que lo separa de la bodega. En el baño se instalarán un inodoro y un mueble.

La altura total del inodoro es de 39 cm, y se colocará lo más próximo posible al mamparo teniendo en cuenta el espacio necesario para que quepa una persona cómodamente sentada. La distancia vertical

hasta la siguiente superficie es de 130 cm. Además, esta ubicación del inodoro disminuye la distancia que recorrerán los residuos hasta el depósito de aguas negras, situado justo detrás del mamparo.

Por otro lado, el mueble que se instalará en el cuarto de baño será un mueble hecho a medida. Se instalará sobre el casco y no sobre el piso a fin de no restarle suelo al cuarto de baño. El mueble se diseñará de tal forma que tenga espacio suficiente para instalar el fregadero circular y el grifo ducha expuestos en el apartado 3.1. Bajo estos dos elementos también se reservará un espacio para un cajón en el que guardar cosas o a través del cual acceder a la parte inferior del fregadero si fuera necesario. Imagen 3.19

Lo más destacable del cuarto de baño es la decisión que se ha tomado acerca del diseño de la puerta. La puerta no sigue el eje longitudinal de la embarcación como es habitual, sino que se ha decidido que tenga un ángulo de 25º respecto la línea de crujía. De lo contrario, el espacio libre necesario para abrir y cerrar la puerta dificultaría el diseño de las escaleras de acceso al camarote.

3.2.2.2. Cocina

La cocina es quizás el elemento más importante a tener en cuenta en el diseño del espacio interior. Está muy limitada en para su dimensionamiento, ya que en ella además de la propia cocina, irán instalados también una nevera y un fregadero como los del exterior. Estará justo a continuación del baño en el costado de estribor y se ha decidido que sea de 65 cm de ancho, espacio suficiente para instalar los elementos antes mencionados. Imagen 3.19

En un principio, se había decidido que la cocina tendría que ser aproximadamente de 90 cm de altura, para tener una mayor distancia entre la nevera y el techo. Tras el primer dimensionamiento, una altura de 90 cm no permitía instalar la nevera, ya que el mueble no sería lo suficientemente profundo. Tras varias pruebas, jugando también con la puerta del baño, se ha decidido que el mueble tendrá 1,01 metros de altura, lo que habilita instalar de forma holgada la nevera.

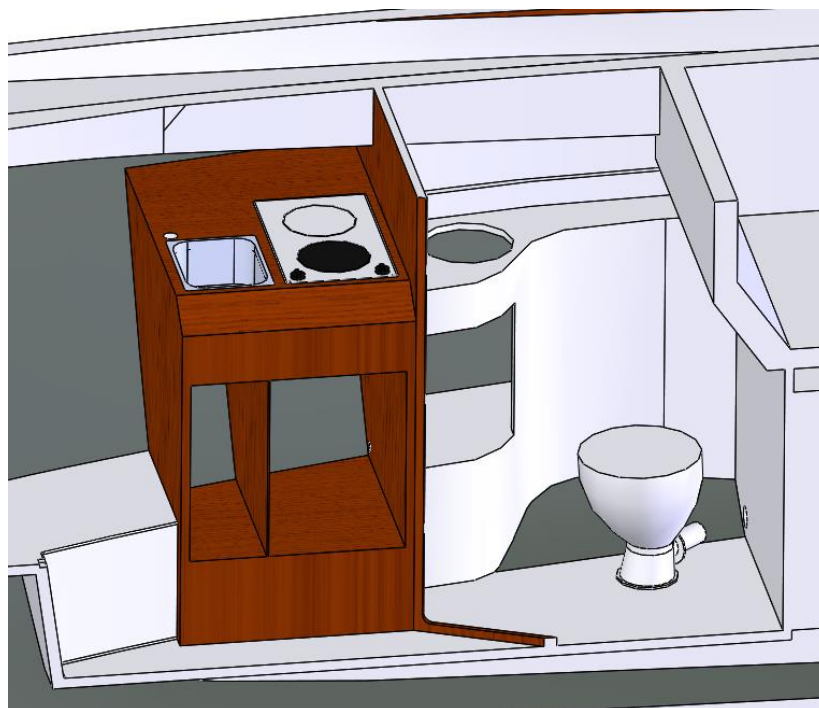


Imagen 3.20: Vista 3D del cuarto de baño y de la cocina

3.2.2.3. Escaleras

Las escaleras son el elemento que comunican el exterior de la embarcación con el interior, y están situadas justo a continuación de la puerta de la cabina. En el caso de esta embarcación permitir descender una altura de 92,5 cm, desde la cubierta exterior a la cubierta interior. Para ello, se ha decidido diseñar una escalera con tres escalones separados aproximadamente 23 cm entre sí. Imagen 3.20

Es importante también que la escalera avance lo mínimo posible en el eje longitudinal de la embarcación, de lo contrario, restaría mucho espacio a la zona interior. Para conseguir esto, en vez de diseñar escalones muy cortos, se ha decidido diseñar escalones con una mitad más larga que la otra. Alternándolos, se consigue optimizar la longitud de la escalera preservando su funcionalidad.

Al igual que las camas, las escaleras también están diseñadas para cumplir la función de cajoneras y poder guardar más objetos bajo ellas.

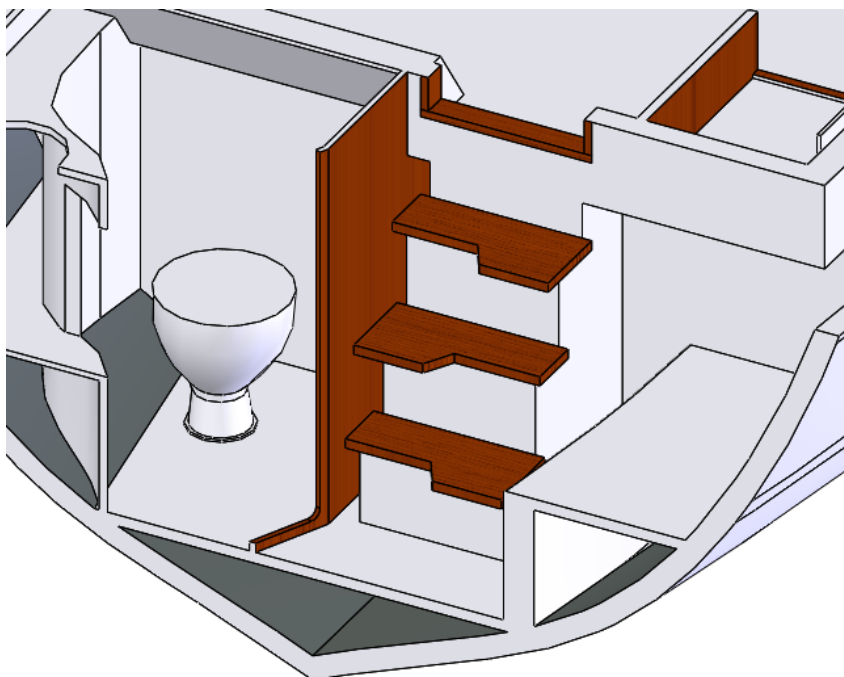


Imagen 3.21: Vista 3D de las escaleras

3.2.2.4. Estanterías

Por último, para concluir con el diseño interior del barco, se ha decidido instalar una estantería a cada lado a una altura coherente, 50 cm, y un mueble en el cabecero de la cama doble. La finalidad de estos elementos es la de poder guardar pequeños objetos personales a los que se puede acceder fácilmente desde la cama. Imagen 3.21

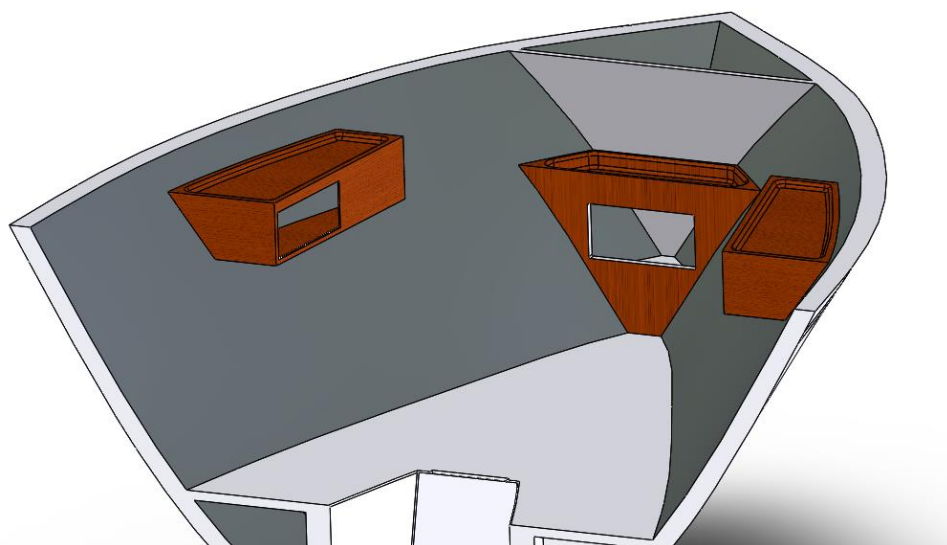


Imagen 3.22: Vista 3D de la estantería laterales y la del cabecero de la cama

3.2.2.5. Camas

El dimensionamiento de las camas es, a grosso modo, el resultado tras el dimensionamiento de la cocina y del baño, aunque siempre cumpliendo el objetivo de que quepan 3 personas.

Para conseguir este objetivo, se ha decidido que se instalarán dos camas, una cama doble situada en la proa, y otra individual situada en el costado de babor. La cama doble de proa estará ubicada justo a continuación de la cocina e irá de costado a costado de la embarcación y está diseñada para desempeñar también una función como sofá. Para ello, parte de su zona central estará formada por una mesa extraíble. La segunda cama, la individual, situada a babor, será en su punto más ancho de 55 cm. Respecto al eje longitudinal de la embarcación, empieza donde acaba la cama doble y termina en el mamparo separador del camarote y la bodega. Además, en el momento de usar las camas, se instalará sobre ellas una colchoneta de aproximadamente 5 cm.

Como resultado de este dimensionamiento, la cama doble de proa es de 179 cm de largo, y la cama individual de 165 cm. Imagen 3.22

A su vez, cabe mencionar que las camas se han diseñado de tal forma que bajo ellas, haya un espacio disponible para guardar objetos, ya sean bolsas, chalecos salvavidas o cabos.

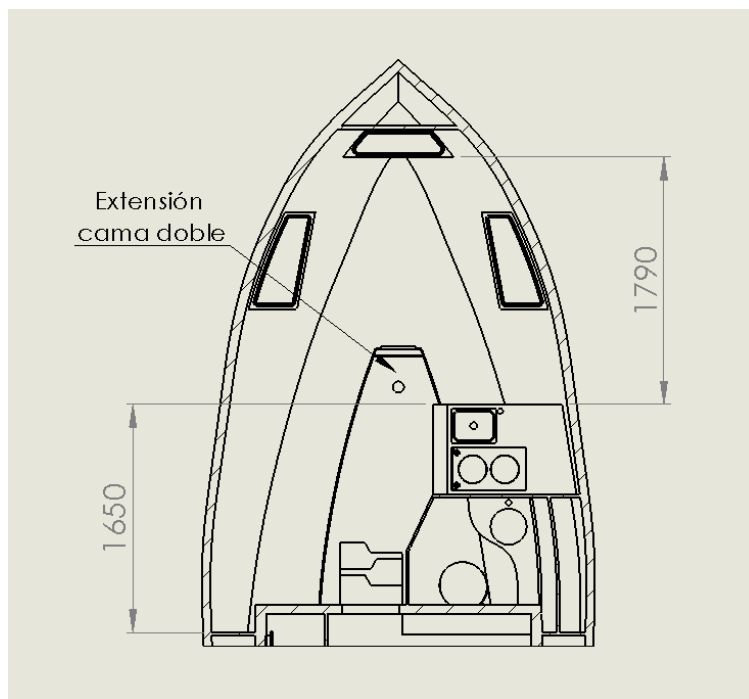


Imagen 3.23: Planta del camarote

3.2.3. Bodega

Por último, para concluir con el diseño de la embarcación, se han incluido en el diseño los elementos presentes en la bodega. Aquí, además de los elementos que conforman el sistema propulsivo de la embarcación, también se ubican los depósitos, baterías, tuberías y bombas. Estas piezas son muy pesadas, por lo que influirán de manera notable en la navegabilidad del barco. Aunque en este trabajo no se hace un estudio de navegabilidad, es importante ubicar estos elementos de forma coherente. Para conseguir un mejor comportamiento de la embarcación en la navegación, es importante conseguir que el barco planee lo mejor posible, lo que se consigue situando su centro de masas cerca del centro del eje longitudinal de la embarcación. Para conseguir esto, los elementos expuestos en este apartado se ubicarán cerca del mamparo separador de la sala de máquinas y el camarote.

En la parte más bodega, en la sentina, se instalarán dos vigas de aluminio de una altura de 33 cm respecto de la sentina y 12 cm de ancho. Estas estructuras además de darle rigidez a la embarcación servirán como soporte para el motor.

3.2.3.1. Motor

A falta de disponer de un dibujo 3D del motor que incorporar a la embarcación, se simulará el espacio ocupado por el motor siguiendo la descripción técnica aportada por Volvo Penta. En ella, además de

aparecer las dimensiones del motor, también está representado el espacio mínimo recomendado que hay que dejar libre para el acceso al motor en caso de que fuera necesario.

El motor irá instalado sobre las vigas mencionadas anteriormente, de modo que el eje del motor coincida con la línea de crujía. Por otro lado, teniendo en cuenta que también hay que instalar otros elementos de gran tamaño, se ha decidido instalarlo a 58 cm del mamparo que separa esta sala del camarote. Además, también se dejará un espacio entre la parte más baja del motor y la sentina para no entorpecer el paso de los líquidos que pueda haber. Con esta ubicación, se consigue dejar espacio suficiente para instalar los depósitos y respetar la distancia recomendada por Volvo.

3.2.3.2. Depósitos

3.2.3.2.1 Depósitos de carburante

Los depósitos de carburante, como explicado en el apartado 3.1, serán dos depósitos de 200 l fabricados a medida para esta embarcación. Se ha decidido situarlos juntos justo por delante del motor, recostados sobre el mamparo.

Se ha optado por diseñar unos depósitos bajos y anchos. Van prácticamente de costado a costado de la embarcación y están centrados con respecto a línea de crujía. Sus dimensiones son de 72,5x40x70.

3.2.3.2.2 Depósitos de agua

Los depósitos de agua son piezas proporcionadas por Imnasa, por lo que son de dimensiones conocidas. Se ha decidido situar un depósito a cada lado del motor, respetando la distancia mínima de acceso.

Tanto los depósitos de combustible como los depósitos de agua irán conectados entre sí para que, teniendo solo una toma de combustible y una toma de agua, el líquido llegue a todos los depósitos.

3.2.3.2.3 Depósito de aguas negras

Este elemento también será suministrado por Imnasa. Se ha decidido ubicarlo en el costado de estribor, ya que es el costado en el que se encuentra el inodoro. Se situará también cerca del mamparo.

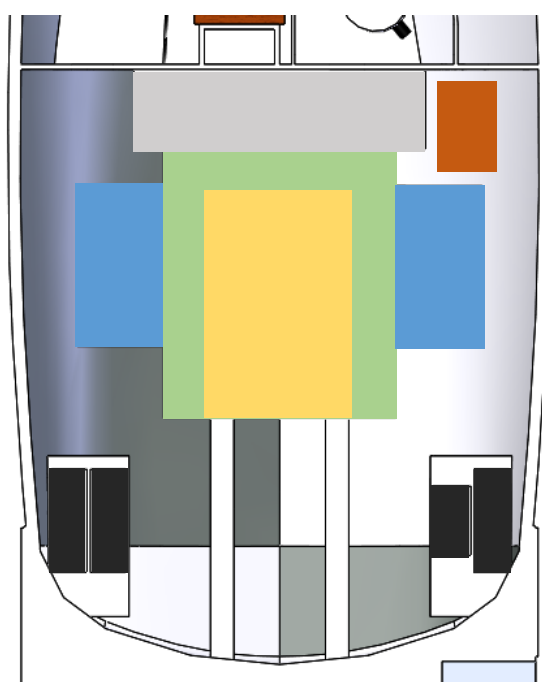
3.2.3.3. Baterías

El conjunto de baterías, al contrario que los depósitos y el motor no irán cerca de la línea de crujía de la embarcación. Esto se ha decidido para evitar el posible derrame de líquidos de alguno de estos elementos pueda interferir en el correcto funcionamiento de las baterías.

Además, irán situadas en la popa, evitando que se vean afectadas por el calor desprendido por el motor. No son piezas muy pesadas por lo que influirán en menor medida en la capacidad de navegabilidad de la embarcación, por lo que, aunque se instalen en la popa, no tendrá consecuencias notables.

3.2.3.4. Hélice de proa

En esta embarcación se instalará además de la hélice principal de popa, una hélice en proa para una mejor maniobrabilidad. A diferencia de la de popa, esta hélice es movida por un motor eléctrico. El conjunto del motor eléctrico y hélice, estarán situados verticalmente bajo la cama doble del camarote.



■ Motor; ■ Depósitos de agua; ■ Depósito de aguas negras; ■ Depósito de carburante; ■ Baterías
■ Espacio libre recomendado por Volvo para acceder al motor

Imagen 3.24: Planta de la bodega

4. Análisis del diseño propuesto

En este trabajo de diseño interior y exterior de una embarcación de recreo, los resultados no son numéricos resultantes de una ecuación, sino que es el conjunto de decisiones y pasos tomados explicados en este documento. Por eso, el diseño propuesto en este documento puede valorarse tanto subjetiva, valorando la estética y funcionalidad de la embarcación, como de una manera objetiva, viendo si se han cumplido, o no, los objetivos propuesto al inicio del trabajo

Siguiendo el mismo reparto de zonas en el que se ha dividido el proyecto, en este punto se analiza el diseño resultante de la popa, cabina, proa y zona interior.

4.1. Casco

El diseño del casco para esta embarcación sigue la línea de los objetivos planteados al inicio del trabajo. Los colores propuestos para este casco son continuistas respecto a las embarcaciones tipo gozzo, y el final en la popa en forma de “U”, aumenta el volumen y la superficie disponibles para construir elementos sobre él.

4.2. Popa

El objetivo principal para esta zona era conseguir una bañera amplia y espaciosa buscando el confort y comodidad de los tripulantes.

Este objetivo se ha cumplido con creces, ya que además de conseguir una cubierta de 4,98 m², se ha podido instalar sobre ella una fila de asientos en la que se pueden sentar cómodamente 5 personas. Además, sobre ella también puede ir instalada una mesa de 1,5 m² sin entorpecer el paso entre la plataforma de popa y la puerta de entrada de los camarotes. La distancia mínima entre la mesa y la consola del piloto es de 35 cm. Esto ha sido posible gracias a la decisión de situar la puerta que comunica la bañera con la plataforma de baño en el costado de estribor de la embarcación. Imagen 4.1.

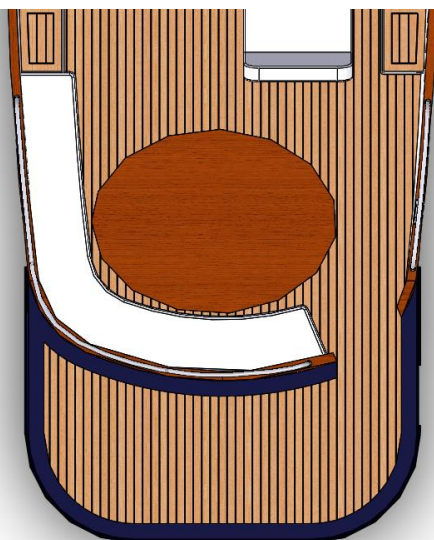


Imagen 4.1: Vista superior de la popa de la Gozzo Positano 28

4.3. Cabina

En un inicio se había planteado que las dimensiones de la cabina serían el resultado de dimensionar primero la popa y la proa, habiéndolas priorizado antes que la cabina. Sin embargo, a medida que se ha diseñado la embarcación, la dimensión de la cabina ha cobrado bastante importancia, ya que, dependiendo de su longitud, la zona interior podría quedar excesivamente pequeña.

La altura de la cabina es la correcta, diseñarla más alta sería sobredimensionarla, y hacerla más pequeña limitaría mucho el espacio disponible en la zona interior.

Por otro lado, se ha conseguido ubicar en esta zona dos elementos clave en la embarcación, la nevera y el fregadero. Imagen 4.2

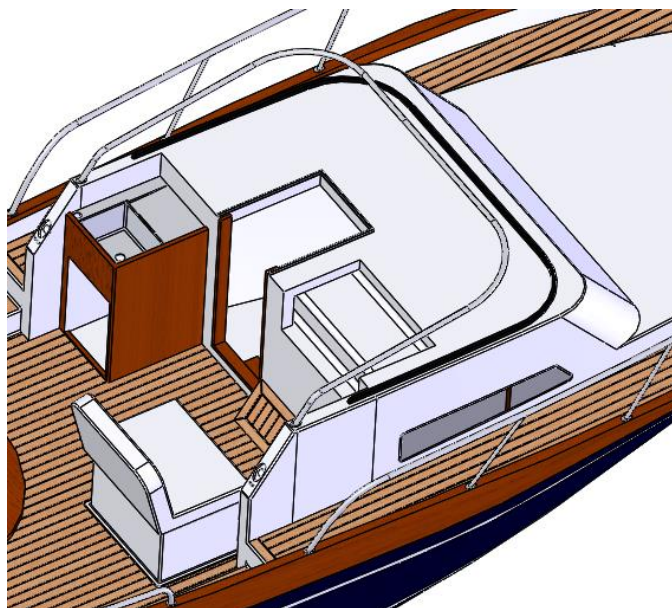


Imagen 4.2: Vista 3D de la cabina de la Gozzo Positano 28

4.4. Proa

Al igual que la popa, la proa, más concretamente el solárium, era otra de las prioridades en el diseño de la embarcación. El objetivo principal era que cupiesen un mínimo de 2 personas en él, objetivo que se ha cumplido dada la dimensión con la que se ha diseñado. 180 cm de longitud (235 cm contando con el respaldo) y más de 150 cm de ancho permiten perfectamente que dos o más personas puedan estar en este espacio. Además, buscando la estética, se ha conseguido diseñar el solárium relativamente bajo, casi a la altura de los pasillos laterales. Imagen 4.3

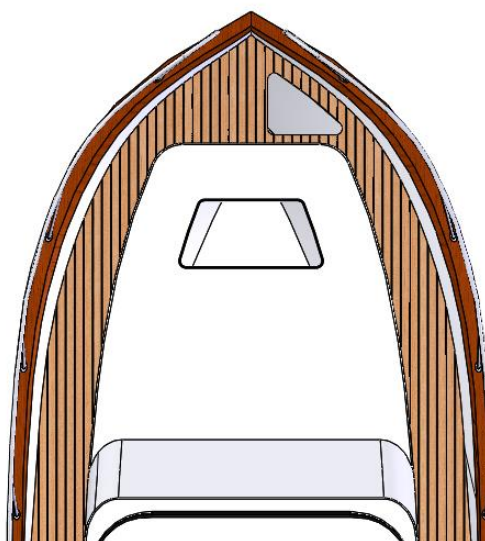


Imagen 4.3: Vista superior de la proa de la Gozzo Positano 28

4.5. Zona interior

El diseño de la zona interior de la embarcación ha sido la más complicada en términos de búsqueda de la proporcionalidad de las dimensiones. Al principio, el espacio disponible para esta zona era muy escaso, y con algunos cambios en el dimensionamiento exterior, se ha logrado aumentar este espacio e introducir todos los elementos planteados en un inicio, la cocina, el baño y las camas.

El dimensionamiento de las camas cumple con creces el objetivo establecido de que quepan 3 personas para dormir. La cama doble situada en la proa tiene una longitud de 1,80 metros y la cama individuales de más de 1,65 metros. Es verdad que el ancho de la cama individual es reducido, 50 cm, pero es lo máximo que se ha podido conseguir con el reducido espacio del que se dispone.

Por otro lado, se ha cumplido el objetivo de introducir el equipamiento deseado, la nevera, la cocina y el fregadero. Al principio el diseño del mueble sobre el que irán instalados estos elementos fue complicado, ya que se necesitaba una mayor profundidad para que entrase la nevera. Tras varios diseños, se ha diseñado el mueble expuesto en el apartado 3.2.

Por último, a pesar de que la altura máxima no es muy elevada, 175 cm entre la cubierta y la cabina, esta embarcación no está pensada para estar de pie en su interior durante mucho tiempo, por lo que no se ha considerado como prioridad que esta distancia fuera muy alta.



Imagen 4.4: Vista isométrica de la embarcación

5. Análisis del impacto ambiental

En este capítulo se analiza el impacto ambiental del trabajo aquí expuesto. En lo relativo al diseño de una embarcación de recreo no existe un impacto ambiental como tal, ya que todo el trabajo ha sido de modelaje a través de un programa de ordenador. Sin embargo, en este punto se analiza el impacto ambiental que produciría la Gozzo Positano 28 diseñada en este trabajo.

5.1. Gases nocivos

Primero, el punto más destacable en el impacto ambiental de un vehículo ya sea marino o terrestre movido por un motor de combustión interna, es la contaminación y los gases nocivos que produce. En concreto, la industria naval contribuye de forma considerable a problemas como el cambio climático, representando el transporte naval más de un 3% de las emisiones globales de dióxido de carbono. [13]

Para el cálculo del impacto ambiental de esta embarcación en referencia a las emisiones emitidas, se ha trabajado con la información técnica proporcionada por Volvo Penta acerca del motor instalado. El motor D4-300 es un motor diésel de 3,7 l turboalimentado con una configuración de 4 cilindros en línea que ofrece 221kW de potencia. En la misma documentación técnica del motor aparecen tres tablas con las curvas de potencia (Imagen 4.1), par y consumo con respecto al régimen de revoluciones del motor. Además, como información adicional aparece que el límite de emisiones de este motor está regulado por la legislación correspondiente a la normativa EU RCD Stage II y US EPA Tier 3, europea y estadounidense respectivamente. Tabla 4.1 [10][14]

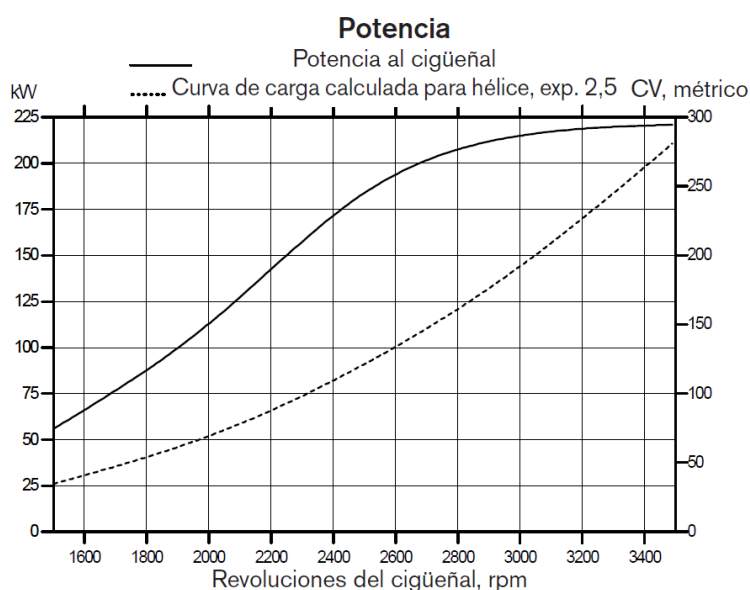


Imagen 4.1: Curva de potencia del motor Volvo Penta D4-300

Tabla 4.1: Emisión máxima de gases contaminantes según la normativa EU RCD Stage II

Potencia Neta	CO	HC	NOx	PM
<i>kW</i>	<i>g/kWh</i>			
130 < P < 560	3.5	1.0	6.0	0.2

Para una aproximación numérica de la cantidad de gases emitidos por la embarcación, dado que no se conoce la emisión exacta del motor, se ha decidido plantear un escenario en el que la cantidad de gases emitidos por el motor esté al límite de la normativa EU RCD Stage II, es decir, los datos presentes en la Tabla 4.1.

Por otro lado, para conseguir una mejor aproximación de los resultados, se ha decidido plantear dos situaciones diferentes de navegación en función a las revoluciones del motor. Primero, se calculará de la emisión de los gases al máximo número de revoluciones del motor, 3500 rpm, y después, se repetirá el mismo procedimiento, pero a un régimen del 80% del máximo, 2800 rpm.

En el escenario 1, a 3500 rpm, el motor entregará toda su potencia, 221kW. Con una simple multiplicación se calcula la cantidad de gramos que emitirá de cada gas durante un periodo de trabajo de 1 hora:

$$3.5 \frac{gCO}{kWh} * 221 kW = 773.5 gCO/h \quad (\text{Eq. 4.1})$$

$$1.0 \frac{gHC}{kWh} * 221 kW = 221 gHC/h \quad (\text{Eq. 4.2})$$

$$6.0 \frac{gNOx}{kWh} * 221 kW = 1326 gNOx/h \quad (\text{Eq. 4.3})$$

$$0.2 \frac{gPM}{kWh} * 221 kW = 44.2 gPM/h \quad (\text{Eq. 4.4})$$

El escenario 2 encaja mejor con una situación real de travesía. Al hacer funcionar al motor al 80% de sus rpm máximas, también se aprecia como disminuye la potencia entregada. Ahora en vez de ser 221 kW, será de 210 kW. Utilizando el mismo procedimiento que en el escenario 1 se obtiene los siguientes resultados:

$$3.5 \frac{gCO}{kWh} * 210 kW = 735 gCO/h \quad (\text{Eq. 4.5})$$

$$1.0 \frac{gHC}{kWh} * 210 kW = 210 gHC/h \quad (\text{Eq. 4.6})$$

$$6.0 \frac{gNOx}{kWh} * 210 kW = 1260 gNOx/h \quad (\text{Eq. 4.7})$$

$$0.2 \frac{gPM}{kWh} * 210 kW = 42 gPM/h \quad (\text{Eq. 4.8})$$

Par una mejor interpretación de los resultados obtenidos en las Eq 4.1 – Eq 4.8, se ha decidido comparar los valores resultantes de dichas ecuaciones con las cantidades de gases emitidos por el motor que actualmente se instala en las embarcaciones Gozzo Positano de la misma dimensión. Se trata también de un motor Volvo Penta, el D4-260. Para el cálculo de emisiones de este motor se ha seguido paso por paso el mismo procedimiento que para el D-300. Los resultados de esta comparativa están recogidos en la Tabla 4.2. [15]

Tabla 4.2: Comparativa de emisión de gases de los dos motores Volvo

Escenario	Motor	CO (g/h)	HC (g/h)	NOx (g/h)	PM (g/h)
Escenario 1	D4-300	773.5	221	1326	44.2
	D4-260	668.5	191	1146	38.2
Escenario 2	D4-300	735	210	1266	42
	D4-260	630	180	1080	36

Dado que los datos obtenidos del procedimiento anterior dependen únicamente de la potencia del motor, y que en la nueva embarcación irá instalado un motor más potente que en las actuales, se puede deducir que el impacto ambiental del barco estudiado en este trabajo será mayor que el producido por el barco actualmente comercializado.

Por otro lado, utilizando la curva del consumo, Imagen 4.2, es interesante observar como a pesar de la escasa variación de gases emitidos tras la reducción de un 20% de las rpm del motor, el consumo de

combustible disminuye considerablemente. En el escenario 1, a 3500 rpm, el consumo es de más de 55 l/h, sin embargo, a 2800 rpm, en el escenario 2, el consumo es aproximadamente 31 l/h.

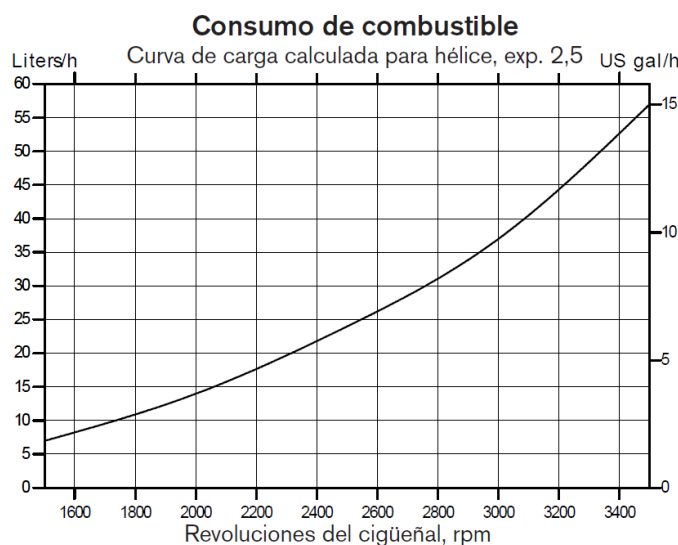


Imagen 4.2: Curva de consumo del motor Volvo Penta D4-300

5.2. Contaminación acústica y vida marina

Así como en otras industrias los productos comercializados tienen un gran impacto en la contaminación acústica en la sociedad, como pueden ser los automóviles o máquinas de obra, la industria naval contribuye a la contaminación acústica en el mar. Aunque las únicas personas afectadas por el ruido de un motor de una embarcación de recreo sean los tripulantes de ella, el impacto ambiental que tiene sobre la vida marina es muy alto. Muchas de las especies que residen en el mar se orientan a través del uso de ondas sonoras que se ven alteradas por estar dentro de la misma frecuencia que el ruido producido por una embarcación.

Además, a la emisión de gases nocivos, se le suma también la contaminación generada en los puertos con el vertido eventual de combustibles y otras sustancias nocivas.

5.3. Averías, reparaciones y mantenimiento

Los fallos que pueda tener un producto van completamente en contra del interés del consumidor, por eso a la hora de diseñar un barco, hay que prestar mucha atención a pequeños detalles que puedan provocar el fallo de alguno de los sistemas. Las averías más frecuentes en embarcaciones de recreo surgen en el cableado o en el sistema de bombas, y aunque en este trabajo no se haga un estudio de su disposición, es un factor que tener en cuenta cuando se fabrica una embarcación.

Metropol Náuticas además de vender barcos, tiene parte de su negocio orientado también a la reparación de averías y al mantenimiento. Desde reparaciones del sistema propulsivo hasta la limpieza y encerado del casco. [7]

Conclusiones

A grandes rasgos, se puede observar que el diseño propuesto en este trabajo cumple con los objetivos planteados al inicio de este. La estética de la embarcación encaja con línea de diseño de las embarcaciones tipo gozzo, a la vez que tiene un toque más moderno que la comercializada actualmente.

El trabajo presentado en este documento no es un trabajo aislado, sino que forma parte de un proyecto más largo. Servirá como base para la fabricación de la embarcación en cuestión. Dada la poca madurez del proyecto, los pequeños detalles que no convengan o las adaptaciones necesarias para alcanzar términos técnicos y legales, se podrán diseñar fácilmente.

Por otro lado, personalmente, con la dedicación y el tiempo empleado para realizar este trabajo, he cumplido también con el objetivo de aprender tanto sobre el programa SolidWorks como sobre la organización y resolución de los problemas que me han surgido.

Por todo esto, estoy considerablemente satisfecho con el trabajo aquí expuesto.

Presupuesto y/o análisis económico

Para hacer la valoración económica de este trabajo, se han tenido en cuenta las horas invertidas por parte del diseñador y las licencias, leyes o documentación que se ha tenido que comprar. Ya que es un trabajo realizado desde un ordenador, no se ha tenido que comprar material extra para su desarrollo.

Por un lado, el total de horas invertidas en este proyecto se estima que son 750 horas. Conociendo que la retribución económica de un estudiante en prácticas ronda las 6 – 8 €/h, y que un ingeniero cualificado y experimentado puede llegar a cobrar entre 25 – 30 €/h, se puede estimar que, en posición de recién graduado, se puede cobrar 15 €/h. Esta cifra sitúa la retribución económica por horas invertidas en **11.250 €**.

Por otro lado, como se ha comentado a lo largo del trabajo, el diseño se ha realizado a través del programa SolidWorks. En situación de no ser estudiante de la Universidad Politécnica de Cataluña, una suscripción anual al programa en su versión más básica son **1.500 €**.

Por último, no se ha tenido que comprar ningún tipo de documentación adicional, ya que está toda disponible gratuitamente en internet.

Sumando lo anterior, el presupuesto final de este trabajo son **12.750 €**.

Bibliografía

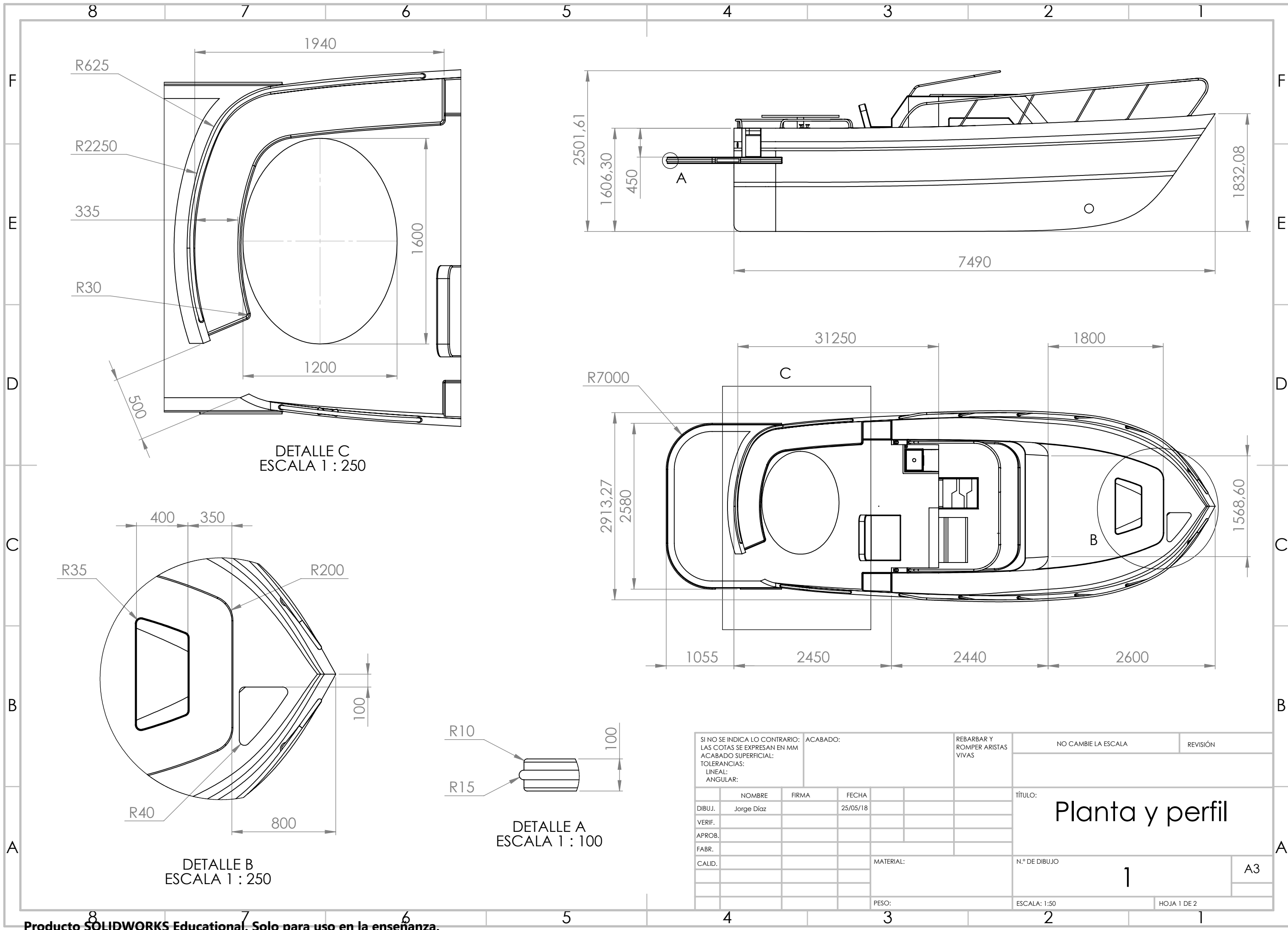
- [1] WOODMAN, R. *The history of the ship: the comprehensive story of seafaring from the earliest times to the present day*. Londres: Conway Maritime Press, 1997. ISBN 0 85177 721 X.
- [2] GIBBONS, T., FORD, R., HEWSON, R., JACKSON, B., ROSS, D. *The encyclopedia of Ships [La enciclopedia de los barcos]*. Madrid: Edimat Libros S.A., 2002. ISBN 84 8403 155 1.
- [3] Clasificación de embarcaciones. LAMARENCALMA. 15 nov 2013, 12:10 [consulta: 20 abril 2018]. Disponible en: http://wiki.lamarencalma.com/index.php?title=CLASIFICACION_DE_EMBARCACIONES
- [4] *Diccionario de la lengua española*. Real Academia Española, © Real Academia Española, 2018 [consulta: 21 de abril 2018] Disponible en: <http://www.rae.es/>
- [5] Europa. Directiva 2013/53/UE del Parlamento Europeo y Consejo, de 20 de noviembre de 2013. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 28 de diciembre de 2013, número 354
- [6] España. Real Decreto 98/2016, de 11 de marzo. *Boletín Oficial del Estado*, 15 de marzo 2016, número 64
- [7] Europa. Reglamento (CE) nº 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, 9 de junio 2008. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 13 de agosto 2008, número 218
- [8] Inside Metropol. Metropol Náuticas. [consulta: 22 enero 2018]. Disponible en: <https://www.metropol.es/>
- [9] Volvo AB marcas. Volvo group, © Copyright AB Volvo 2018 [consulta: 12 febrero 2018]. Disponible en: <https://www.volvogroup.com/en-en/home.html>
- [10] Motor D4-300. Volvo Penta, © Copyright AB Volvo 2018 [consulta: 12 febrero 2018]. Disponible en: <https://www.volvopenta.es/marineleisure/es-es/products/motor-boats/ranges/inboard-shaft/d4-300/document.html>
- [11] Catálogo de productos. Importaciones Imnasa S.A. [consulta: 22 de enero 2018]. Disponible en: <https://www.imnasa.es/es/marine-products.html>
- [12] Girbau G27. Girbau Boats. [consulta: 15 marzo 2018]. Disponible en: <http://girbauboots.com/es/modelos/g27.html>

[13] Contaminación por la industria naval. Oceana Inc. [consulta: 20 abril 2018] Disponible en: <http://eu.oceana.org/es/contaminacion-por-la-industria-naval-0>

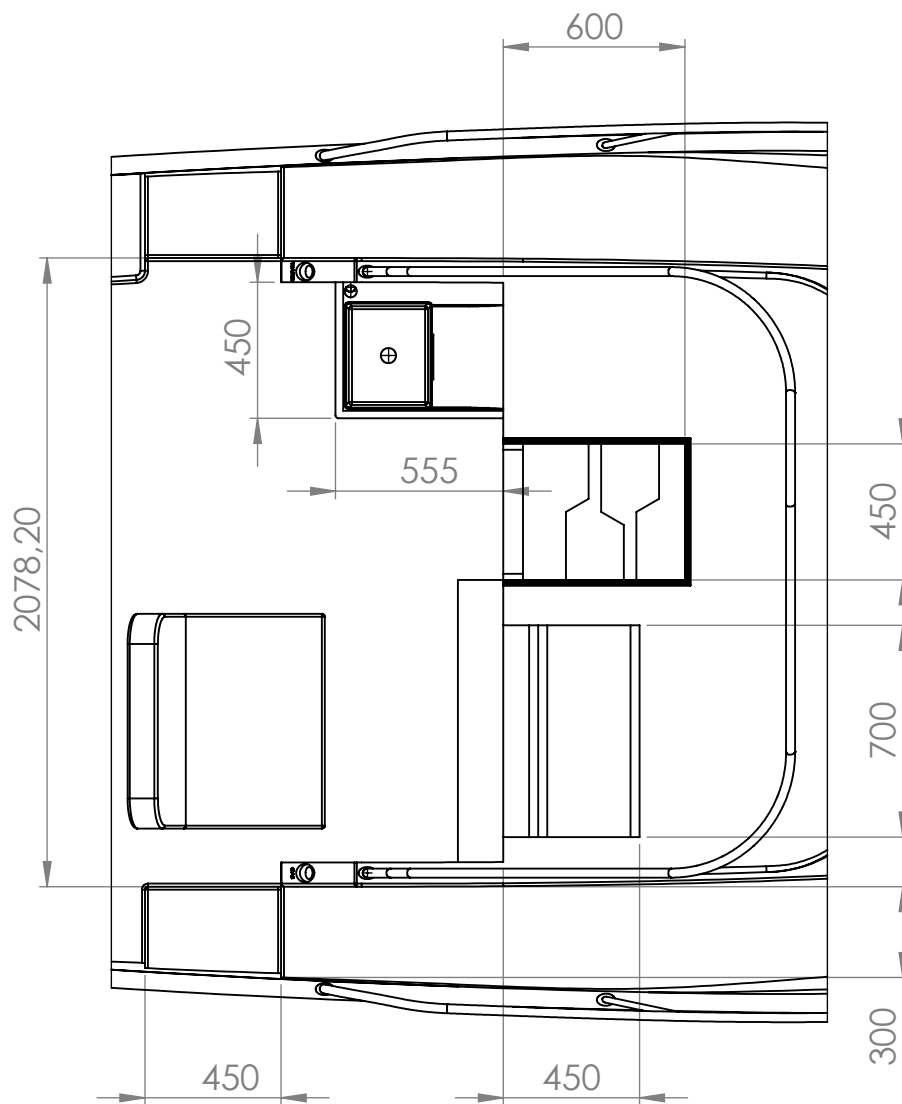
[14] EU RCD Stage II. DieselNet, © 1997 – 2018 ECOpoint Inc. [consulta: 4 mayo 2018] Disponible en: <https://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php>

[15] Motor D4-260. Volvo Penta, © Copyright AB Volvo 2018 [consulta: 4 febrero 2018]. Disponible en: <https://www.volvopenta.es/marineleisure/es-es/products/motor-boats/ranges/inboard-shaft/d4-260/document.html>

Anexo A: Planos del diseño propuesto

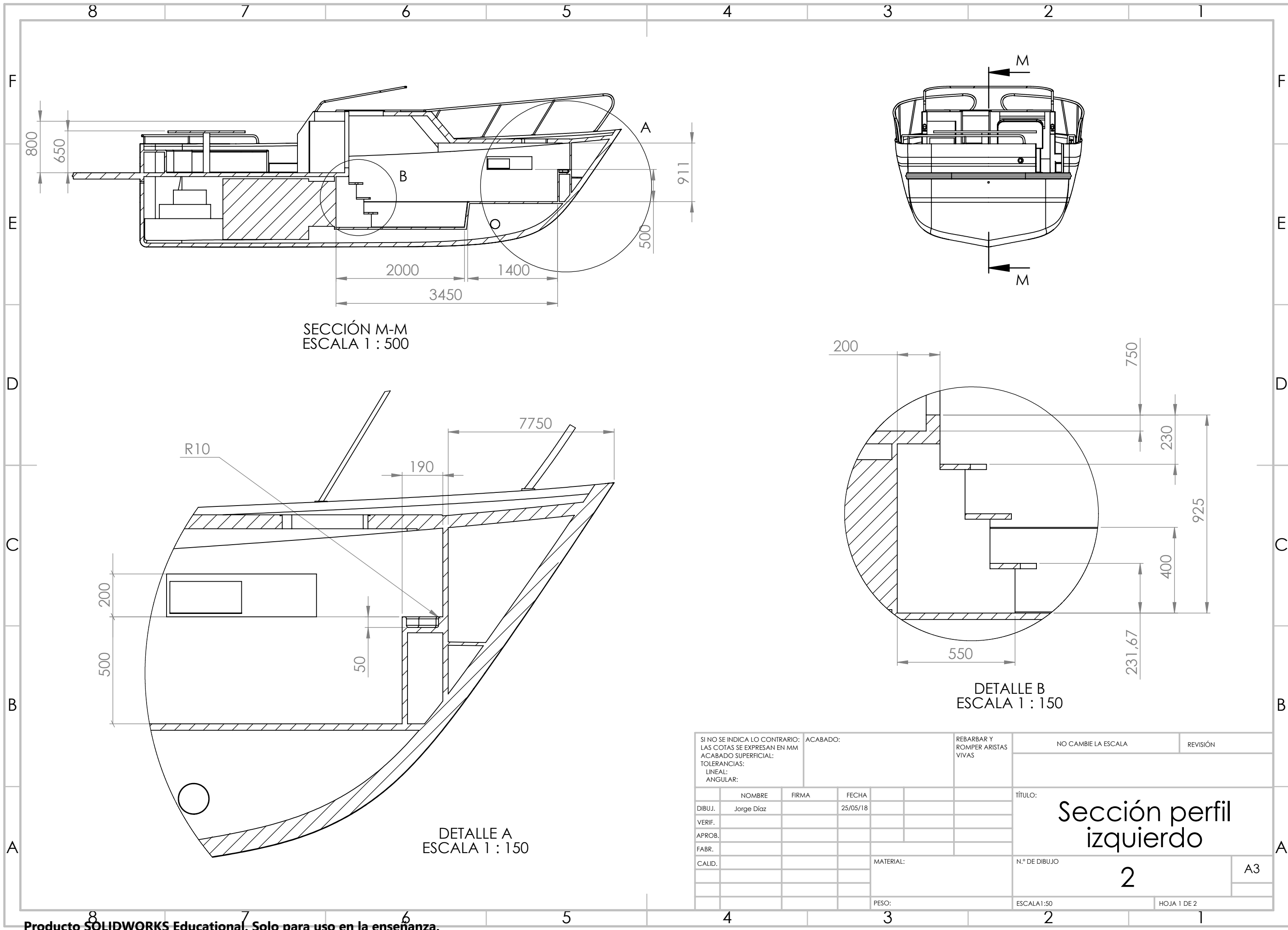


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								<div>TÍTULO:</div> <div>Planta y perfil</div>			
NOMBRE		FIRMA		FECHA							
DIBUJ.		Jorge Díaz		25/05/18							
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO				A3	
						1					
				PESO:		ESCALA: 1:50				HOJA 1 DE 2	



DETALLE D
ESCALA 1 : 250

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
								<div>TÍTULO:</div> <div>Detalle cabina</div>					
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA							
VERIF.													
APROB.													
FABR.													
CALID.													
								MATERIAL:		N.º DE DIBUJO			
										1			
										A4			
								PESO:		ESCALA:1:100			
										HOJA 2 DE 2			

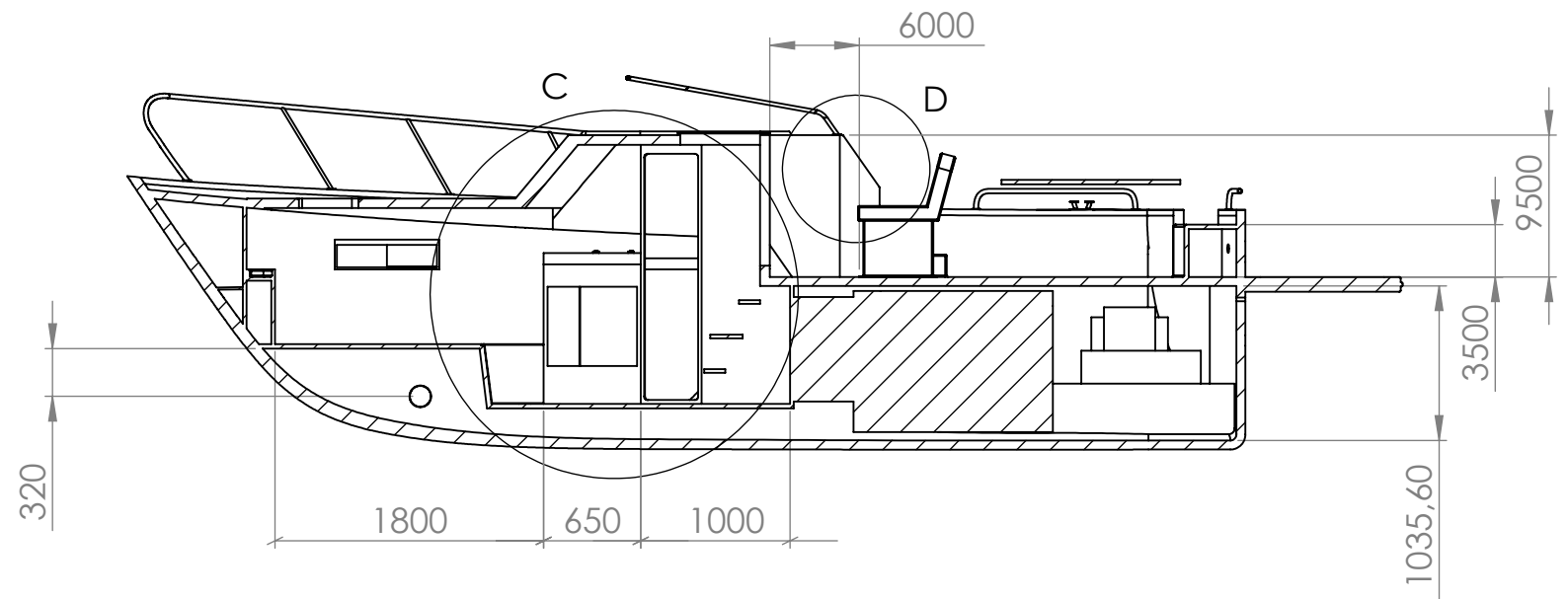
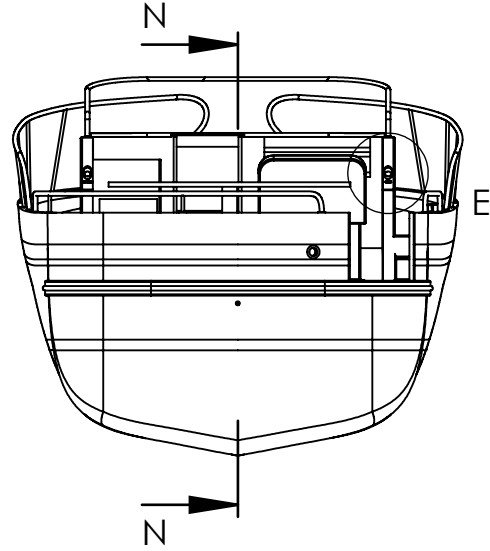


SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 500

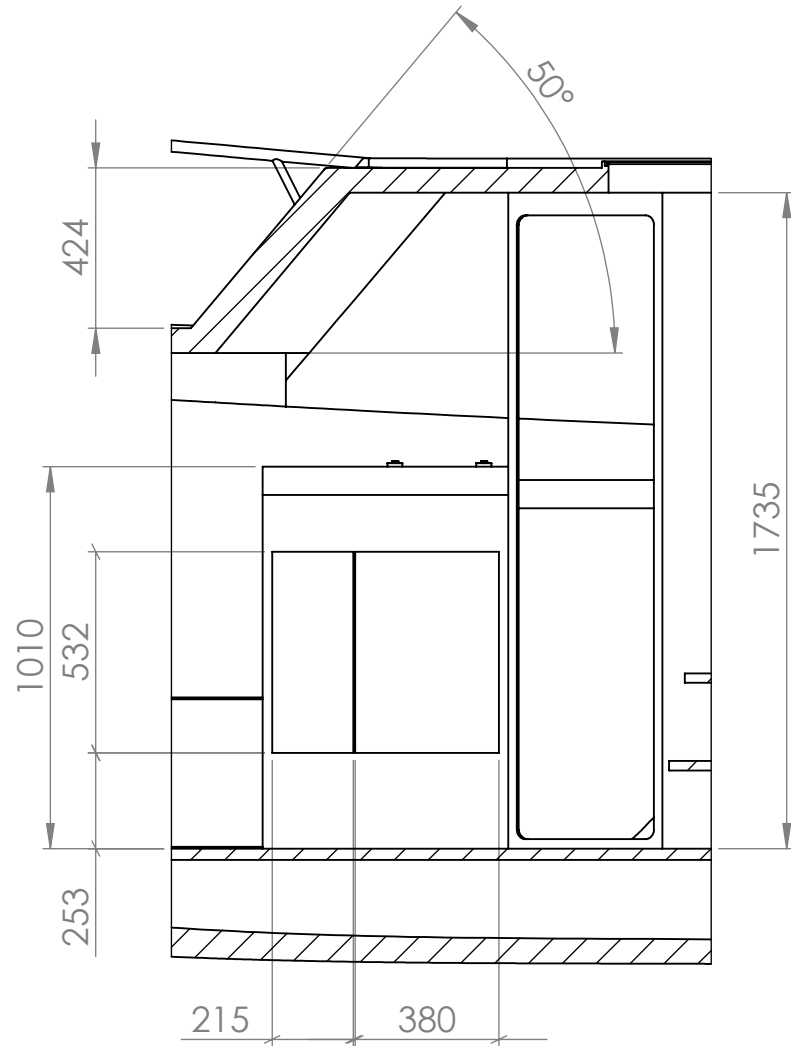
DETALLE A
ESCALA 1 : 150

DETALLE B
ESCALA 1 : 150

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA					
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.											

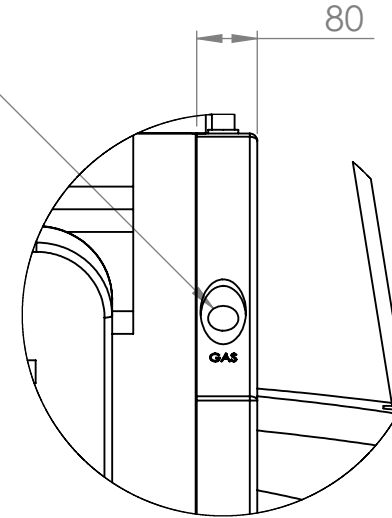


SECCIÓN N-N
ESCALA 1 : 500

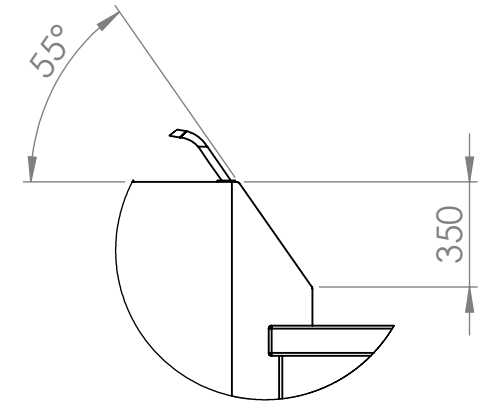


DETALLE C
ESCALA 1 : 200

R VERDADERO20

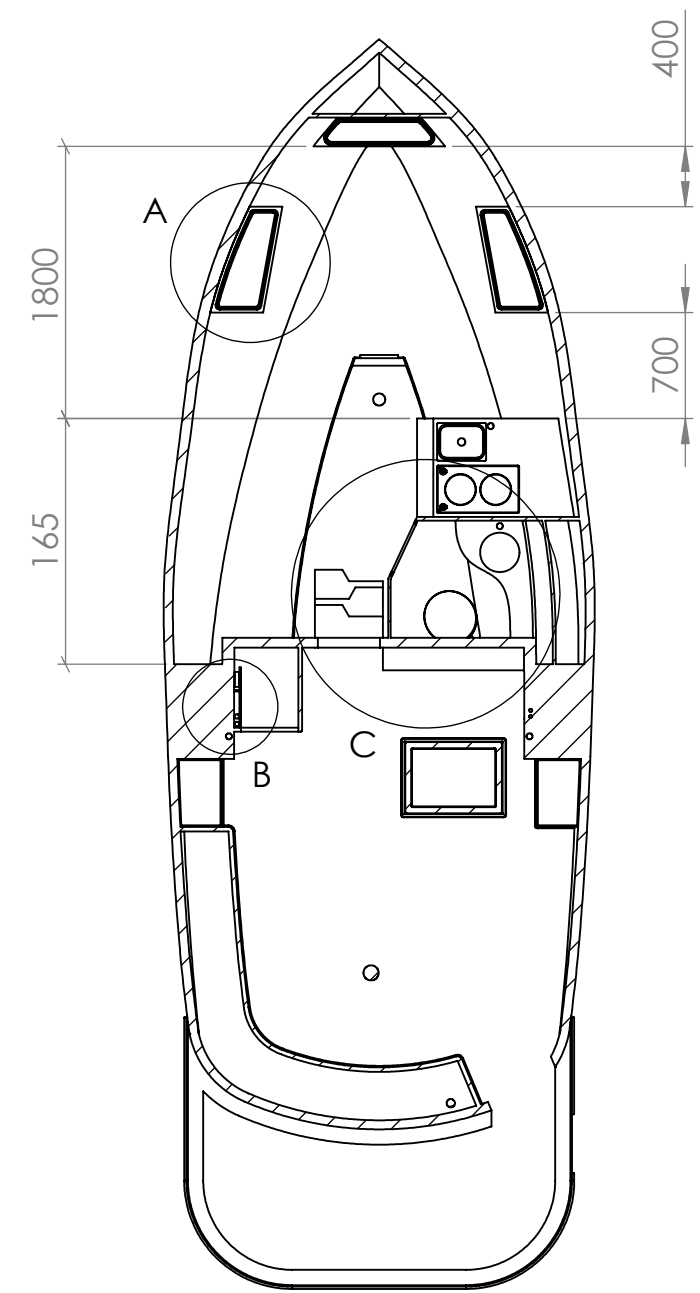
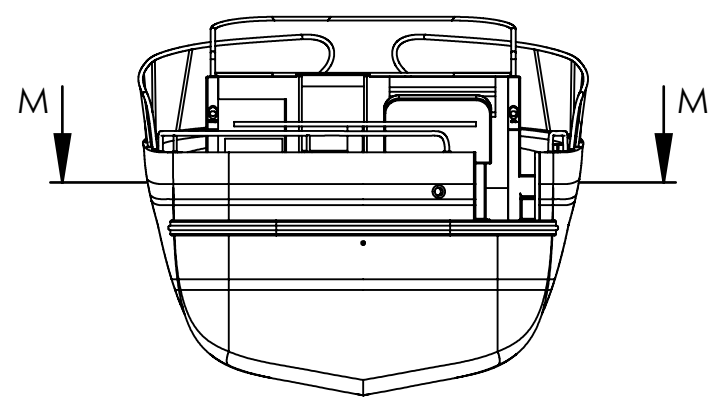


DETALLE E
ESCALA 1 : 100

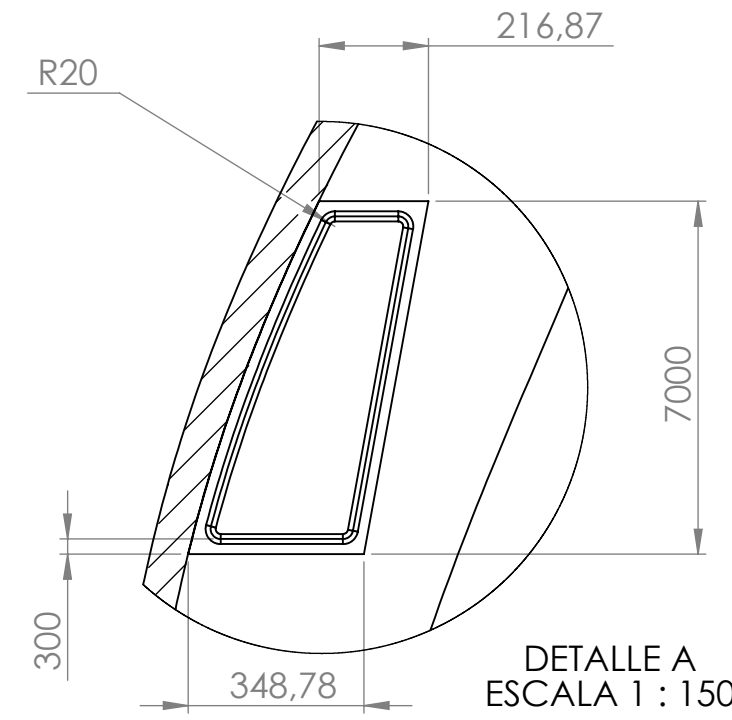


DETALLE D
ESCALA 1 : 250

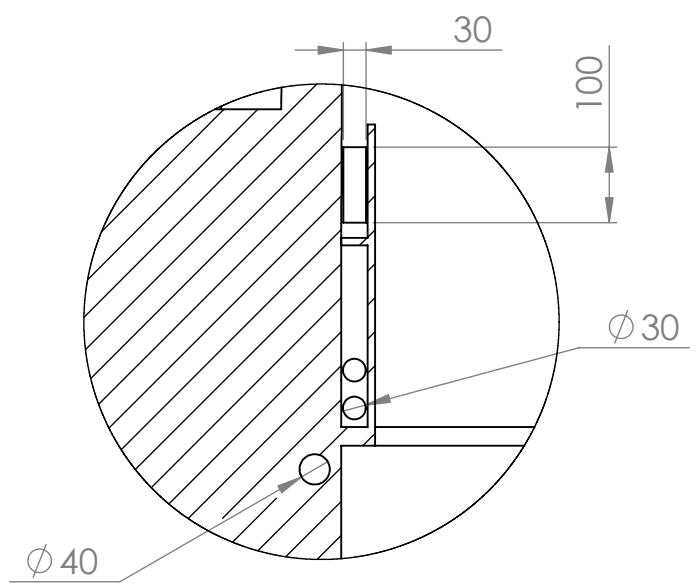
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
		NOMBRE		FIRMA		FECHA					
DIBUJ.		Jorge Díaz				25/05/18					
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.											



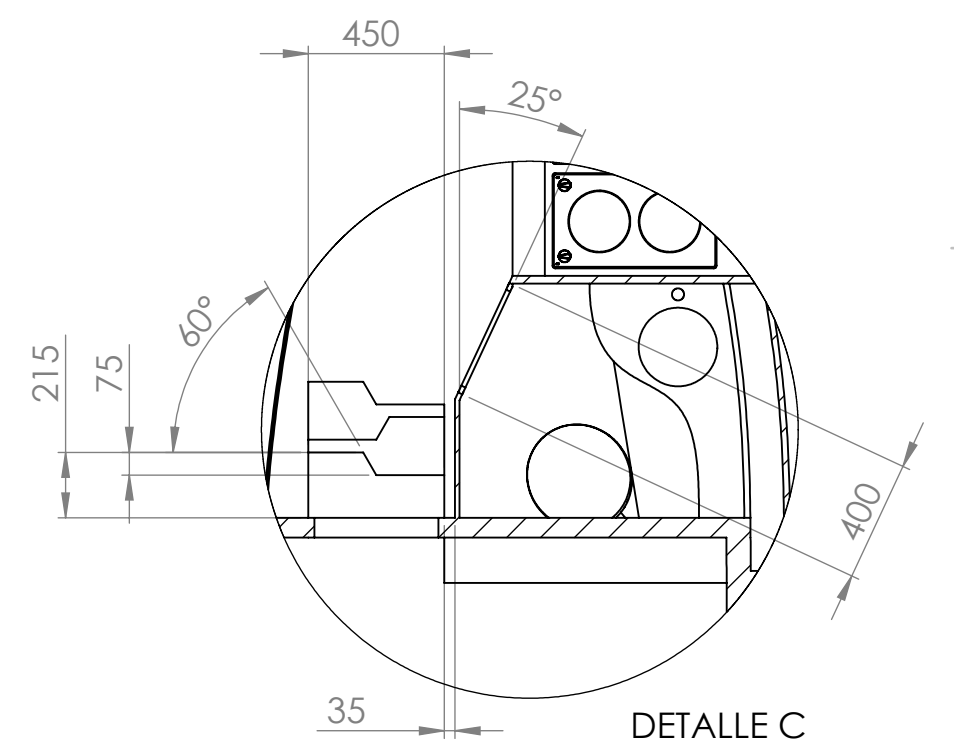
SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 500



DETALLE A
ESCALA 1 : 150

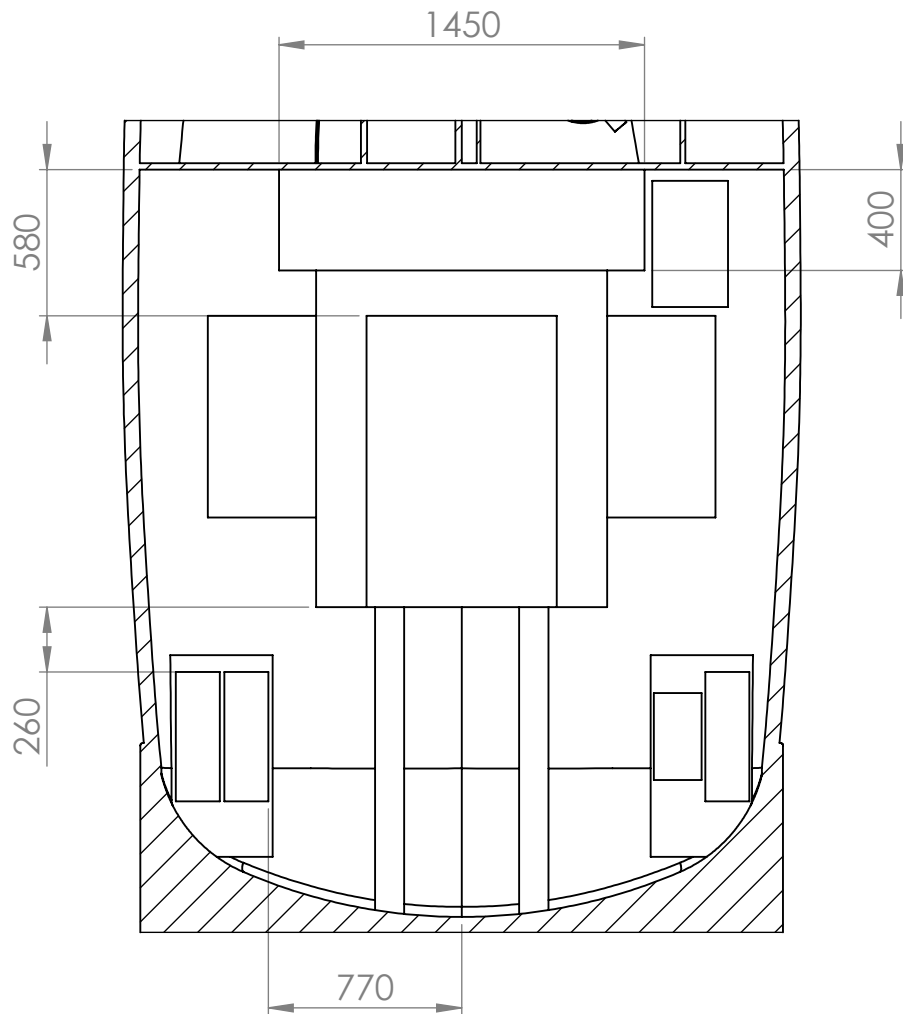


DETALLE B
ESCALA 1 : 100



DETALLE C
ESCALA 1 : 250

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: <div>Sección camarote</div>					
DIBUJ.	Jorge Díaz		25/05/18								
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO 3					
						A3					
				PESO:		ESCALA 1:50				HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: <h1>Sección planta bodega</h1>					
DIBUJ.	Jorge Díaz		25/05/18								
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO <h1>4</h1>				A4	
				PESO:		ESCALA:1:75				HOJA 1 DE 1	